

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300715

x
356

Mitteilungen

über die

Herstellung von Betonkörpern

mit

verschiedenem Wasser-Zusatz

sowie über die

Druckfestigkeit und Druckelastizität

derselben.

Veröffentlicht von C. BACH.

Mit 11 Tafeln.

J. Nr. 25607.



STUTTGART.

Hofbuchdruckerei Zu Gutenberg, Carl Grüniger (Klett & Hartmann).
1903.

*ag. 19a
22 11*



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Arbeits-Plan.	
Materialien	4
Formen, Mischungsverhältnisse	5
Aufbereitung des Betons, Anfertigung der Probekörper	6
Aufbewahrung und Prüfung der Probekörper	7
II. Berichte über die tatsächliche Herstellung der Probekörper.	
1. Aufbereitung des Betons und Herstellung der Probekörper in Ehingen	8
2. Aufbereitung des Betons und Herstellung der Versuchskörper in Biebrich	11
III. Bericht über die Ergebnisse der Versuche, welche in der Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführt worden sind.	
A. Untersuchung des zur Herstellung der Versuchskörper verwendeten Ehinger Cements	14
B. Untersuchung der Betonkörper von Ehingen auf Druckfestigkeit	15
C. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckfestigkeit	17
D. Untersuchung der Betonkörper von Ehingen auf Druckelastizität	19
E. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckelastizität	24
F. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich mit Stettiner Cement auf Druckfestigkeit	27
G. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckelastizität	
a) mit Cement von Stettin	28
b) „ „ „ Dyckerhoff & Söhne	29
H. Untersuchung der von Biebrich eingelieferten Mörtelkörper auf Druck- und Zugfestigkeit	30
IV. Ansichtsäußerungen.	
1. Ansichtsäußerung von Herrn Hoch-Ehingen	33
2. Ansichtsäußerung von Herrn Eugen Dyckerhoff-Biebrich	38
3. Ansichtsäußerung von Herrn Baurat P. Braun	40

Einleitung.

Die am 31. Mai 1901 in Berlin stattgefundenen Verhandlungen der erweiterten Kommission des deutschen Beton-Vereins, betreffend die Vereinbarung einheitlicher Prüfungsmethoden für Beton, führten u. a. zur Erhebung der Frage, ob es zweckmäßiger sei, den Beton plastisch oder erdfeucht, d. h. mit mehr oder weniger Wasser, aufzubereiten. Zur Beantwortung dieser Frage fanden später unter Teilnahme des Unterzeichneten mehrfache Besprechungen statt: zwischen dem Vertreter der K. Württ. Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau Herrn Baurat Reihling, Herrn Baurat Braun, welcher auf Grund seiner Erfahrungen für grösseren Wasserzusatz bei den Berliner Verhandlungen eingetreten war, Herrn Eugen Dyckerhoff in Biebrich und Herrn Fabrikdirektor Hoch in Ehingen. Schließlich einigte man sich auf die Durchführung von Versuchen, welche zunächst die Herstellung von Betonkörpern mit verschiedenem Wasserzusatz und sodann die Ermittlung der Druckfestigkeit und Druckelastizität derselben vorsahen. Hierbei war den beiden zuletzt genannten Herrn als Vertretern ihrer Firmen, welche den Aufwand für die Herstellung und Transport der Versuchskörper, also den größten Teil der Kosten zu tragen hatten, in den meisten Fällen die Entscheidung überlassen worden. Die Kosten für die Prüfung der Versuchskörper im Alter von 28 und rund 100 Tagen hatte das K. Württ. Ministerium des Innern, Abteilung für den Straßen- und Wasserbau, übernommen.

Der für die Herstellung der Probekörper, nämlich

Würfel von 30 cm Seite zur Bestimmung der Druckfestigkeit,

Cylinder von 25 cm Durchmesser und 1 m Länge zur Bestimmung der Druckelastizität aufgestellte Arbeitsplan, ist unter I, S. 4 u. f. aufgeführt.

Über die tatsächliche Herstellung der Probekörper wird unter II, S. 8 u. f. berichtet. Die Wiedergabe dieser Berichte erscheint angezeigt, da in Einzelheiten von dem Programm abgewichen worden ist.

Unter III, S. 14 u. f. findet sich der Bericht über die Ergebnisse der Versuche, welche in der Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführt worden sind.

Mit Rücksicht darauf, daß diese Ergebnisse, welche sich auf die Untersuchung der Betonkörper im Alter von 28 und rund 100 Tagen erstrecken, von den Beteiligten verschieden gedeutet werden, schlug der Unterzeichnete in der Besprechung vom 9. Januar 1903, an der sich außer ihm beteiligten:

Herr Eugen Dyckerhoff,

„ Fabrikdirektor Hoch,

„ Baurat Braun,

„ „ Reihling

vorbehältlich der Zustimmung des K. Ministeriums des Innern, Abteilung für den Straßen- und Wasserbau, die Drucklegung einer Schrift vor, welche enthält:

I. den vereinbarten Arbeitsplan,

II. die Berichte über die tatsächliche Herstellung der Probekörper

1. von Ehingen,

2. „ Biebrich,

III. Bericht über die Ergebnisse der Versuche, welche in der Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführt worden sind,

IV. die Ansichtsäußerungen

1. von Herrn Hoch,

2. „ „ Eugen Dyckerhoff,

3. „ „ Baurat Braun.

Dieser Vorschlag fand einhellig Zustimmung und demgemäß wird im Einverständnis mit der K. Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau, welche sich ihre Stellungnahme zur Sache für später vorbehält, die vorliegende Schrift der Öffentlichkeit übergeben. Die Verantwortlichkeit des Unterzeichneten erstreckt sich nur auf den unter III genannten Bericht.

Stuttgart, den 20. April 1903.

C. Bach.

I. Arbeits-Plan

für die

Herstellung von Probekörpern aus Cementbeton, behufs Ermittlung der Elastizität und der Druckfestigkeit des plastisch und erdfeucht aufbereiteten Betons in verschiedenen Mischungsverhältnissen und mit verschiedenen Zusatzmaterialien.

Materialien.

Cement. Mit Rücksicht darauf, daß die Ergebnisse dieser Untersuchungen nicht bloß wissenschaftlichen Wert haben, sondern auch für die Praxis von Nutzen sein sollen, wird zur Herstellung der Probekörper kein Cement verwendet, der aus ausgesuchten Cementklinkern gemahlen worden ist, wie dies zur Erzielung hoher Festigkeiten in solchen Fällen häufig geschieht, sondern der zur Verwendung kommende Cement soll einen Durchschnitt der Handelsware darstellen, wie solche täglich zum Verkaufe kommt.

Um aber eine möglichste Gleichmäßigkeit der Ergebnisse bei diesen Versuchen zu erzielen, wird eine Menge von rund 120 Ctr. auf einen Haufen geschüttet, welchem der Cement für sämtliche Proben entnommen werden muß.

Sand. Der erforderliche Sand wird der Donau entnommen; er kommt ungewaschen durch ein Sieb mit 5 mm Maschenweite gesiebt zur Verwendung.

Kiessteine. Ebenso wird auch der Kies, der aus alpinem und Jura-Gerölle besteht, aus der Donau bezogen.

Die Sortierung des Kieses hat auf folgende Art zu geschehen:

Der Flußkies wird in dem Zustande, wie er gewonnen worden ist, durch ein Wurfgerät mit 40 mm Maschenweite geworfen, wodurch die großen Stücke ausgeschieden werden. Der durch das Gerät gefallene Teil wird durch ein Sieb mit 15 mm Maschenweite gesiebt und gibt nun das Siebgeroße, die Grobkiessteine.

Der durch das Sieb mit 15 mm Maschenweite gefallene Kiessand wird sodann durch ein Sieb mit 5 mm Maschenweite gesiebt und bildet dessen Rückstand die Feinkiessteine.

Die Normalkiessteine sollen zusammengesetzt sein aus 1 Teil von den Feinkiessteinen und 2 Teilen von den Grobkiessteinen. Die beiden Materialien werden für die Betonbereitung getrennt gemessen und in der jeweils vorgesehenen Menge zugesetzt.

Steingeschläge. Der zur Verwendung kommende, mit dem Steinbrecher zerkleinerte Schotter wird aus zuckerkörnigem Kalk des weißen Jura hergestellt.

Die Sortierung desselben hat auf folgende Weise zu geschehen:

Der mit dem Steinbrecher zerkleinerte Kalkstein wird zur Entfernung der zu groben Stücke durch ein Wurfgerät mit 50 mm Maschenweite geworfen. Der durch das Wurfgerät gefallene Teil wird nun durch ein Sieb mit 20 mm Maschenweite gesiebt, dessen Rückstand den Grobschotter liefert.

Das Siebgeroße wird sodann auf ein Sieb mit 5 mm Maschenweite gebracht; das Siebgeroße bildet den Feinschotter.

Der Normalschotter soll zusammengesetzt sein aus: 1 Teil von dem Feinschotter und 2 Teilen von dem Grobschotter. Die beiden Materialien werden für die Betonbereitung getrennt gemessen und in der jeweils vorgesehenen Menge zugesetzt.

Wasser.

Das zur Herstellung des Betons erforderliche Wasser wird der städtischen Wasserleitung entnommen, ist also reines Brunnenwasser mit einer Temperatur von $+ 8$ bis 9° C.

Formen.

Bei Anfertigung der Probekörper für die Druckversuche sollen eiserne Formen zur Anwendung kommen, die von der Firma Oskar A. Richter in Dresden geliefert werden und 30 cm im Geviert und 30 cm Höhe haben, während zur Herstellung der Cylinder für die Elastizitätsproben Eisenblechformen mit 25 cm Durchmesser und 1 m Höhe dienen.

Zum Stampfen des Betons für die Würfelförper kommen die vom Betonverein vorgeschlagenen Normalstampfer mit 12 cm Seitenlänge und 12 kg Gewicht einschließlich Stiel zur Anwendung, dagegen werden zum Stampfen des Betons für die Cylinderproben Randstampfer in Segmentform mit einem Gewicht von gleichfalls 12 kg einschließlich Stiel zur Anwendung kommen.

Zusammenstellung der Mischungsverhältnisse des Betons.

Von jedem Mischungsverhältnis werden angefertigt:

je 15 Würfel erdfeucht und 15 Würfel plastisch,
je 6 Cylinder erdfeucht und 6 Cylinder plastisch.

a) Maschinenbeton.

Reihe I	Cement	Sand	Feinkiessteine	Grobkiessteine	Anzahl der Stampfschichten
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	erdfeucht 3 Stampfschichten. plastisch 2 Stampfschichten.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	
Reihe II	Cement	Sand	Feinschotter	Maschinen-Grobschotter	
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	desgl.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	
Reihe III	Cement	Sand	Feinkiessteine	Maschinen-Grobschotter	
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	desgl.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	
Reihe IV	Cement	Sand	Feinkiessteine	Handschlag-Grobschotter	
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	desgl.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	
Reihe V	Cement	Sand	Feinkiessteine	Maschinen-Grobschotter	
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	nur erdfeucht mit 2 Stampfschichten.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	
Reihe VI	Cement	Sand	Feinkiessteine	Maschinen-Grobschotter	
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	nur plastisch mit 1 Stampfschicht.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	

b) Handbeton.

Reihe VII	Cement	Sand	Feinkiessteine	Grobkiessteine	Anzahl der Stampfschichten
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	erdfeucht 3 Stampfschichten. plastisch 2 Stampfschichten.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	
Reihe VIII	Cement	Sand	Feinschotter	Maschinen-Grobschotter	
No. 1	1	2,5	1,75	3,50	desgl.
" 2	1	4,0	2,80	5,60	

Zur Herstellung der Reihen I bis VI sind erforderlich:

300 Würfel und 144 Cylinder.

Für die Reihen VII und VIII sind erforderlich:

120 Würfel.

Elastizitätsprobekörper werden für diese beiden Reihen nicht angefertigt.

Aufbereitung des Betons.

Die Herstellung des Betons soll auf zweierlei Arten, durch erdfeuchte und plastische Zubereitung erfolgen.

Beim erdfeuchten Verfahren, nach welchem das Material für den sogenannten Stampfbeton zubereitet wird, muß der Wasserzusatz so bemessen werden, daß ein erdfeuchtes Gemenge entsteht, das sich mit der Hand gerade noch ballen läßt.

Beim plastischen Verfahren muß die Wassermenge so weit gesteigert werden, daß die entstehende plastische Mischung nach dem Stampfen eine weiche Masse darstellt.

Das Mischen des Betons soll teils mit Maschinen, teils von Hand geschehen.

Anfertigung der Probekörper.

Die Anfertigung der Probekörper hat folgendermaßen zu geschehen:

Auf den Boden der Würfel- bzw. Cylinderformen soll eine 5 mm starke Eisenplatte eingelegt werden, um dadurch eine gleich starke Aussparung zu erzielen, welche zur nachträglichen Aufbringung einer 5 mm hohen Mörtelschicht aus

1 Teil Cement

und 1 „ Kalksteinmehl

dienen soll. Da Probekörper mit verschiedenen Schichtenhöhen hergestellt werden sollen, so ist bei Herstellung der Probekörper mit erdfeuchtem Beton wie folgt zu verfahren:

Bei Probekörpern mit 3 Stampfschichten ist zunächst eine Betonschicht in solcher Stärke einzubringen, daß sie nach erfolgtem Stampfen rund 10 cm stark ist; dieselbe ist derart zu stoßen, daß jede Stelle des Würfels 12 Stampfstöße erhält.

Das Stampfen soll reihenweise erfolgen und soll die Würfelfläche in 3 Reihen eingeteilt werden. An einer Ecke beginnend, sollen 3 Stöße auf derselben Stelle ausgeübt werden, hierauf wird der danebenliegende Teil der ersten Reihe auf 10 cm Länge gestampft, derart, daß der 12 cm breite Stampfer 2 cm auf die erste Stelle übergreift. Hierauf wird die verbleibende dritte Stelle in gleicher Weise behandelt.

Die mittlere und die dritte Reihe von je 10 cm Breite wird in gleicher Weise bearbeitet, so daß der Stampfer je 2 cm in das seitliche und davorliegende Feld übergreift.

Dieses Stampfen der ganzen Würfelfläche soll noch dreimal wiederholt werden, so daß also die Gesamtfläche je einer Schichte 108 Stöße erhält. In gleicher Weise wird eine zweite und dritte Schichte eingebracht und gestampft.

Nach dem Stampfen einer jeden Schichte ist die Oberfläche der gestampften Lage mit einem Eisen aufzurauen, damit eine gute Verbindung der darüberliegenden Schichte erzielt wird.

Bei Herstellung mit 2 Stampfschichten sind diese 2 Schichten in solcher Höhe einzubringen, daß sie nach erfolgtem Stampfen rund 15 cm stark sind. Im übrigen ist wie vorherbeschrieben zu verfahren.

Ist nun auf diese Weise die Form mit Beton gefüllt, so soll auf der oberen Fläche der Probekörper eine 5 mm starke Mörtelschicht aus 1 Teil Cement und 1 Teil Steinmehl aufgetragen und mit einem eisernen Lineal abgeglättet werden.

In der Prüfungsanstalt werden die Versuchskörper durch Abhobeln mit genau parallelen Druckflächen versehen.

Bei Anfertigung der Probekörper mit plastischem Beton ist in ganz gleicher Weise zu verfahren, wie bei den Probekörpern mit erdfeuchtem Beton, so daß also auch die Unterfläche und Oberfläche mit einer 5 mm starken, feinen Mörtelschicht versehen wird.

Die Formen sollen auf eine feste, unnachgiebige und unbewegliche Unterlage in eine rund 20 mm starke, feuchte Sandschichte satt gelegt werden.

Jede Versuchsreihe besteht aus 15 Druck- und 6 Elastizitäts-Probekörpern und soll die ganze hierzu erforderliche Betonmasse in möglichst großen Mengen angefertigt werden.

Das Mischungsverhältnis, der Wasserzusatz, sowie der Tag der Anfertigung ist auf jedem Probekörper genau anzugeben.

Der Maschinenbeton wird mit der Kugelmischtrommel, bzw. mit dem Böcklen'schen Kollergang hergestellt.

Das Mischen in der Trommel geschieht trocken 2 Minuten lang; sodann wird das nötige Wasser beigebracht und 4 Minuten durch Rotation der Trommel gemischt, so daß die Mischung 6 Minuten in Anspruch nimmt.

Das Mischen mit dem Kollergang hat in gleicher Weise zu geschehen.

Das Mischen des Betongemenges von Hand hat auf folgende Art zu geschehen:

Cement, Sand und Kiessteine oder Steinschotter werden nach genauer Abmessung (durch Wägen) auf Haufen geschüttet, sodann das Ganze von 4 Arbeitern mit der Schaufel durch 3maliges Umarbeiten trocken gemischt. Während weiterem 2maligem Umschaufeln wird nun unter gleichmäßiger Berieselung das nötige Wasserquantum beigemischt und dann das ganze Betongemenge noch weitere 3 Mal umgeschaufelt.

Aufbewahrung und Prüfung der Probekörper.

Die Probekörper sollen 24 Stunden in der Form verbleiben. Nach der Entnahme aus derselben werden sie auf eine 10 cm hohe Sandschicht gesetzt in gegenseitigen Abständen von ebenfalls 10 cm, welche wieder mit Sand ausgefüllt werden.

In dieser Lagerung in erdfeuchtem Sand verbleiben die Probekörper in einem überdeckten, kühlen, frostfreien Raume bis zu deren Einsendung an die Materialprüfungsanstalt.

Das Zerdrücken von je 2, nötigenfalls 3 Stück Würfelförpern hat nach 28 und 90 Tagen, nach 1, 2 und 3 Jahren zu geschehen.

Die Untersuchung über die Elastizität der Betoncylinder ist nach 90 Tagen, nach 1, 2 und 3 Jahren vorzunehmen.

Von dem zur Verwendung kommenden Cement sollen rund 50 kg an die Materialprüfungsanstalt zur Vornahme der Normenproben eingesandt werden.

Aus sämtlichen Betonsorten soll durch Aussieben mit einem Sieb von 7 mm Maschenweite Mörtel gewonnen werden zur Herstellung von Zug- und Druckproben. Diese Probekörper sind nach den Normen für das Cementprüfungsverfahren herzustellen. Für die Druckproben sind Würfelformen mit 50 qcm Seitenfläche zu verwenden. Von jeder Sorte sollen je 10 Stück Zugprobekörper und je 5 Stück Würfel für Druckproben hergestellt werden. Diese Proben sollen außer in den Altersstufen wie die Betonkörper, noch mit 7 Tagen Alter geprüft werden. Die Probekörper sind in gleicher Weise, wie die Betonprobekörper, aufzubewahren.

Nachtrag zu Steingeschläge.

Handschlag-Grobschotter.

Der zur Verwendung kommende Handschlagschotter wird ebenfalls aus zuckerkörnigem Kalk des weißen Jura hergestellt. Derselbe soll so fein hergestellt werden, dass seine größten Stücke durch ein Wurfgatter von 50 mm Maschenweite fallen. Das Steingeschlag soll dann zur Entfernung etwaiger größerer Stücke durch ein Wurfgatter von 50 mm Maschenweite geworfen werden. Der durch das Wurfgatter gefallene Teil wird dann noch durch ein Sieb von 20 mm Maschenweite gesiebt; das auf dem Sieb verbleibende Material gibt den Handschlag-Grobschotter.

Über die tatsächliche Herstellung der Probekörper berichten die beiden in der zeitlichen Aufeinanderfolge des Beginnes ihrer Tätigkeit aufgeführten Arbeitsstellen Ehingen und Biebrich wie im nachstehenden unter II angeführt.

II. Berichte über die tatsächliche Herstellung der Probekörper.

1. Aufbereitung des Betons und Herstellung der Probekörper in Ehingen.

(Mitteilung des Herrn Hoch-Ehingen.)

Die Aufbereitung des Betons und die Herstellung der Versuchskörper geschah genau nach dem Programm S. 4 u. f. Zur Verwendung kamen nachstehende Materialien:

Cement. Derselbe stammte aus der Stuttgarter Cementfabrik, Fabrik Ehingen, und war eine Durchschnittsware ihrer Cementklinker mit etwas feinerer Mahlung, als die des Handels-cementes; ein Cement, wie solcher zu den Brückenbauten in Württemberg geliefert worden ist und heute noch geliefert wird.

Sand. Der erforderliche Sand wurde der Donau entnommen und kam ungewaschen, durch ein Sieb mit 7 mm Maschenweite gesiebt, zur Verwendung, entsprechend dem in hiesiger Gegend allgemein üblichen Verfahren bei Betonarbeiten.

Kiessteine. Ebenso wurde auch der Kies, der aus alpinem und Jura-Gerölle bestand, aus der Donau entnommen.

Die Sortierung des Kieses geschah auf folgende Art: Der Flußkies wurde in dem Zustande, wie er gewonnen worden ist, durch ein Wurfgerät mit 40 mm Maschenweite geworfen, wodurch die groben Stücke ausgeschieden wurden. Der durch das Gerät gefallene Teil wurde durch ein Sieb mit 15 mm Maschenweite gesiebt und gab nun das Siebgrobe, die Grobkiessteine. Der durch das Sieb mit 15 mm Maschenweite gefallene Kiessand wurde sodann durch ein Sieb mit 5 mm Maschenweite gesiebt, dessen Rückstand die Feinkiessteine bildete.

Steingeschläge. Der mit dem Steinbrecher zerkleinerte Schotter, der zur Verwendung kam, wurde aus zuckerkörnigem Kalk des weißen Jura hergestellt.

Die Sortierung desselben ist auf folgende Weise geschehen:

Der mit dem Steinbrecher zerkleinerte Kalkstein wurde, um die zu groben Stücke zu entfernen, durch ein Wurfgerät mit 50 mm Maschenweite geworfen. Der durch das Wurfgerät gefallene Teil wurde nun durch ein Sieb mit 20 mm Maschenweite gesiebt, dessen Rückstand den Grobschotter gab.

Das Siebfeine wurde sodann auf ein Sieb mit 5 mm Maschenweite gebracht; das Siebgrobe bildete den Feinschotter.

Der Normalschotter soll zusammengesetzt sein aus: 1 Teil von dem Feinschotter und 2 Teilen von dem Grobschotter. Die beiden Materialien wurden für die Betonbereitung getrennt gemessen und in der jeweils vorgesehenen Menge zugesetzt.

Wasser. Das zur Herstellung des Betons erforderliche Wasser wurde der städtischen Wasserleitung entnommen, war also reines Brunnenwasser mit einer Temperatur von + 8 bis 9° C.

Formen. Bei der Anfertigung der Probekörper für die Druckversuche kamen eiserne Formen zur Anwendung, die von der Firma Oskar A. Richter in Dresden geliefert wurden und 30 cm im Geviert und 30 cm Höhe hatten, während zur Herstellung der Cylinder für die Elastizitätsproben Eisenblechformen mit 25 cm Durchmesser und 1 m Höhe dienten. Zum Stampfen des Betons für die Würfelförper kamen die vom Betonverein vorgeschlagenen Normalstampfer mit 12 cm Seitenlänge und 12 kg Gewicht einschließlich Stiel zur Anwendung, dagegen kamen zum Stampfen des Betons für die Cylinderproben Randstampfer in Segmentform mit einem Gewicht von gleichfalls 12 kg einschließlich Stiel zur Anwendung.

Probekörper und Mischungsverhältnisse.

Es wurden im ganzen 920 Würfel 336 Cylinder, die eine Hälfte davon in Biebrich, die andere Hälfte in Ehingen angefertigt und zwar in nachstehenden Mischungsverhältnissen.

Zusammenstellung über die Mischungsverhältnisse des Betons.

a) Maschinenbeton.

Bezeichnung	Zusammensetzung				Wasser-		Würfel			Cylinder		
					zusatz		An-	Stampf-		An-	Stampf-	
					erd-	plastisch		zahl	erd-		plast.	zahl
							erd-	plast.	erd-	plast.		
Reihe I	Cement	Sand	Feinkiessteine	Grobkiessteine								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4 ‰	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
Reihe II	Cement	Sand	Feinschotter	M.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4,1 ‰	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	5,55 ‰	30	3	2	12	10	7
Reihe III	Cement	Sand	Feinkiessteine	M.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4 ‰	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	5,55 ‰	30	3	2	12	10	7
Reihe IV	Cement	Sand	Feinkiessteine	H.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4,2 ‰	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	5,55 ‰	30	3	2	12	10	7
Reihe V	Cement	Sand	Feinkiessteine	M.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4,2 ‰	—	15	2	—	6	7	—
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	—	15	2	—	6	7	—
Reihe VI	Cement	Sand	Feinkiessteine	M.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	—	5,7 ‰	15	—	1	6	—	3
" 2	1	4	2,8	5,6	—	5,55 ‰	15	—	1	6	—	3

b) Handbeton.

Reihe VII	Cement	Sand	Feinkiessteine	Grobkiessteine								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4 ‰	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	5,55 ‰	30	3	2	12	10	7
Reihe VIII	Cement	Sand	Feinschotter	M.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4 ‰ *)	5,7 ‰	30	3	2	12	10	7
" 2	1	4	2,8	5,6	3,7 ‰	5,55 ‰	30	3	2	12	10	7
Reihe IX a	Cement	Sand	Feinkiessteine	Grobkiessteine	stampffähig		stampffähig					
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4,85 ‰	—	10	3	—	—	—	—
" 2	1	4	2,8	5,6	4,62 ‰	—	10	3	—	—	—	—
Reihe IX b	Cement	Sand	Feinschotter	M.-Grobshotter								
No. 1	1	2,5	1,75	3,5	4,85 ‰	—	10	3	—	—	—	—
" 2	1	4	2,8	5,6	4,62 ‰	—	10	3	—	—	—	—

Würfel 460 Stück je 0,027 cbm = 12,42 cbm Meßgehalt und 65,47 kg = 30 116 kg Gewicht } zusammen 20,65 cbm und 50 276 kg,
 Cylinder 168 " je 0,049 " = 8,23 " " " 120,00 " = 20 160 " " " } demnach wiegt 1 cbm Beton 2 434 kg.

*) Bei vorherigem Annetzen des Schotters ist nur 3,6 ‰ Wasser notwendig.

Die Beimischungen des Betons wurden im Programm in Raumteilen ausgedrückt. Um aber die Ungenauigkeit des Messens derselben zu beseitigen, wurde das Raumgewicht des Cementes, Sandes, Kieses und Schotters ermittelt und nach diesen Gewichtsbeurteilungen die einzelnen Mengen, statt zu messen, abgewogen.

Aufbereitung des Betons.

Die Herstellung des Betons erfolgte auf zweierlei Arten, durch erdfeuchte und plastische Zubereitung.

Beim erdfeuchten Verfahren, nach welchem das Material für den sogenannten erdfeuchten Stampfbeton zubereitet wurde, ist der Wasserzusatz so bemessen worden, daß ein erdfeuchtes Gemenge entstand, das sich mit der Hand gerade noch ballen ließ.

Beim plastischen Verfahren wurde die Wassermenge so weit gesteigert, daß die entstandene plastische Mischung nach dem Stampfen eine weiche Masse darstellte.

Am 30. Januar 1902 wurde in Ehingen von den Herren Baudirektor v. Bach, den beiden Herren Bauräten Braun und Reihling und den Herren E. Dyckerhoff und Hoch durch Versuche festgestellt, daß die Wassermenge

für erdfeuchten Beton 4 ‰

" plastischen " 5,7 ‰

betragen soll. Außerdem wurde auf Antrag des Vertreters der K. Ministerialabteilung für den Straßen- und Wasserbau beschlossen, auch Probekörper mit 4,85 ‰ Wasserzusatz anzufertigen.

Das Mischen des Betons geschah teils mit Maschinen, teils von Hand. Der Maschinenbeton wurde mit der Kugelmischtrommel hergestellt.

Das Mischen in der Trommel geschah trocken 2 Minuten lang, sodann wurde das nötige Wasser beigebracht und 4 Minuten lang durch Rotation der Trommel gemischt, so daß die Mischung 6 Minuten in Anspruch nahm.

Das Mischen des Betongemenges von Hand ist auf folgende Art geschehen:

Cement, Sand und Kiessteine oder Steinschotter wurden nach genauer Abmessung (durch Wägen) auf Haufen geschüttet, sodann das Ganze von 4 Arbeitern mit der Schaufel durch dreimaliges Umarbeiten trocken gemischt. Während weiterem zweimaligen Umschaufeln wurde nun unter gleichmäßiger Berieselung das nötige Wasserquantum beigemischt und dann das ganze Betongemenge noch weitere dreimal umgeschauelt.

Anfertigung der Probekörper.

Die Anfertigung der Probekörper geschah folgendermaßen:

Auf den Boden der Würfel-, bzw. Cylinderformen wurde eine 5 mm starke Eisenplatte eingelegt, um dadurch eine gleich starke Aussparung zu erzielen, welche zur nachträglichen Aufbringung einer 5 mm hohen Mörtelschichte aus 1 Teil Cement und 1 Teil Kalksteinmehl diene.

Da Probekörper mit verschiedenen Schichtenhöhen hergestellt werden sollten, so wurde bei Herstellung der Probekörper mit erdfeuchtem Beton wie folgt verfahren:

Bei Probekörpern mit 3 Stampfschichten wurde zunächst eine Betonschichte in solcher Stärke eingebracht, daß sie nach erfolgtem Stampfen rund 10 cm stark war; dieselbe wurde derart gestoßen, daß jede Stelle des Würfels 12 Stampfstöße erhielt.

Das Stampfen erfolgte reihenweise und wurde die Würfelfläche in 3 Reihen eingeteilt. An einer Ecke beginnend wurden 3 Stöße auf derselben Stelle ausgeübt, hierauf wurde der danebenliegende Teil auf 10 cm Länge gestampft, derart, daß der 12 cm breite Stampfer 2 cm auf die erste Stelle übergreif. Hierauf wurde die verbleibende dritte Stelle in gleicher Weise behandelt.

Die mittlere und dritte Reihe von je 10 cm Breite wurde in gleicher Weise bearbeitet, so daß der Stampfer je 2 cm in das seitliche und davorliegende Feld übergreif.

Dieses Stampfen der ganzen Würfelfläche wurde dreimal wiederholt, so daß also die Gesamtfläche je einer Schicht 108 Stöße erhielt.

In gleicher Weise wurde eine zweite und dritte Schicht eingebracht und gestampft.

Nach dem Stampfen einer jeden Schicht wurde die Oberfläche der gestampften Lage mit einem Eisen aufgeraut, damit eine gute Verbindung der darüberliegenden Schicht erzielt wird.

Bei Herstellung mit 2 Stampfschichten sind diese 2 Schichten in solcher Höhe eingebracht worden, daß sie nach erfolgtem Stampfen rund 15 cm stark waren. Im übrigen ist wie vorbeschrieben verfahren worden.

Als nun auf diese Weise die Form mit Beton gefüllt war, so wurde auf der oberen Fläche der Probekörper eine 5 mm starke Mörtelschicht aus 1 Teil Cement und 1 Teil Steinmehl aufgetragen und mit einem eisernen Lineal abgeglättet.

Bei Anfertigung der Probekörper mit plastischem Beton wurde in ganz gleicher Weise verfahren, wie bei den Probekörpern mit erdfeuchtem Beton, so daß also auch hier die Unterfläche und Oberfläche mit einer 5 mm starken, feinen Mörtelschichte versehen wurde. Die Formen wurden auf eine feste, unnachgiebige und unbewegliche Unterlage in eine rund 20 mm starke, feuchte Sandschicht gelegt.

Jede Versuchsreihe bestand aus 15 Druck- und 6 Elastizitäts-Probekörpern und wurde die ganze hierzu erforderliche Betonmasse in möglichst großen Mengen angefertigt.

Das Mischungsverhältnis, der Wasserzusatz, sowie der Tag der Anfertigung wurde auf jedem Probekörper genau angegeben.

Aufbewahrung der Probekörper.

Die Probekörper verblieben 24 Stunden in der Form; nach der Entnahme aus derselben wurden sie auf eine 10 cm hohe Sandschichte gesetzt in gegenseitigen Abständen von ebenfalls 10 cm, welche wieder mit Sand ausgefüllt wurden. In dieser Lagerung in erdfeuchtem Sand verblieben die Probekörper in einem kühlen Raume bis zu ihrer Einsendung an die Materialprüfungsanstalt.

2. Aufbereitung des Betons und Herstellung der Versuchskörper in Biebrich.

(Mitteilung des Herrn Eugen Dyckerhoff-Biebrich.)

Die Anfertigung der Probekörper erfolgte nach meiner Anleitung in dem Versuchsraum meiner Firma, Cementwarenfabrik Dyckerhoff & Widmann, nach dem gemeinsam festgesetzten Arbeitsprogramm, bezw. nach Vereinbarung der Kommissionsmitglieder, auf Grund der von denselben in Ehingen gemeinsam vorgenommenen Versuchsproben durch Arbeiter der Fabrik unter ständiger Aufsicht eines Technikers wie folgt.

1. Der erdfeuchte Beton wurde mit soviel Wasserzusatz zubereitet, daß er die Beschaffenheit erhielt, wie der Beton zu erdfeuchtem Stampfbeton stets verarbeitet wird; und zwar wurde der Beton nur so feucht angemacht, daß derselbe bei dem Einstampfen in die Form dem Stampfer nicht auswich und bei vollendetem Einstampfen Wasserabsonderung an der Oberfläche des Betons sich bildete, gleich wie dies bei der Anfertigung der Versuchskörper in Ehingen der Fall war.

2. Der plastische Beton, von mir weicher Beton genannt, da derselbe zu naß ist, um von mir plastisch genannt werden zu können, erhielt, wie dies von Herrn Baurat Braun in Ehingen besonders verlangt wurde, soviel Wasser, daß derselbe nach der vorschriftsmäßigen Bereitung eine weiche sehr dickbreiige Masse bildete, welche nicht mehr stampffähig war. Bei Herstellung der Probekörper wurde deshalb, gleich wie in Ehingen bei den Versuchskörpern und wie dies daselbst verabredet wurde, der Beton während des allmählichen Einlegens in die Formen ununterbrochen mit dem Stampfer bearbeitet.

3. Der stampffähige Beton, von mir plastisch genannt, erhielt als Wasserzusatz nahezu das Mittel von dem zu den beiden jetzt beschriebenen Betonarten verwendeten Mengen. Dieser Beton konnte in die Formen noch einigermaßen eingestampft werden, doch gab die Masse unter dem Stampfer nach einigen Stampfstoßen nach und wich auch seitlich desselben aus.

Bestimmung des Wasserzusatzes.

Ehe die zu den Druckproben zur Verwendung kommenden Probekörper angefertigt wurden, habe ich mehrfache Versuchskörper mit den dreierlei Betonarten angefertigt.

Hierbei hat sich ergeben, daß:

1. der erdfeuchte Beton mit dem in Ehingen bei den Versuchen bestimmten Wasserzusatz von 4,2% eine viel zu hohe Feuchtigkeit erhielt, derart, daß er schon bei der zweiten Stampfschicht dem Stampfer auswich, also nicht die Beschaffenheit eines erdfeuchten Stampfbetons hatte.

Die Untersuchungen des von Ehingen gelieferten Kiessandes ergaben einen Wassergehalt von durchschnittlich 4,6%. Es war deshalb nicht möglich, den in Ehingen bei den daselbst zu den Versuchskörpern verarbeiteten viel trockeneren Materialien festgesetzten Prozentsatz für den Wasserzusatz einzuhalten. Die vielfachen Proben haben ergeben, daß für den erdfeuchten Beton, um die gleiche Beschaffenheit wie die in Ehingen vereinbarte zu erzielen, ein Wasserzusatz von nur 3,0 bis 3,7% je nach den Materialien, Kiessand oder Schotter und je nach dem Mischungsverhältnis genommen werden durfte.

Der gelieferte Kiessand war stark schleimig; es war dies auch kein Flußkies, sondern Grubenkies und da ein Beton mit solchem Kies beim Stampfen leichter plastisch und beweglich wird als mit reinem Flußkies, wenn ein etwas höherer Wasserzusatz gegeben wird als für einen erdfeuchten Stampfbeton nötig ist, so mußte stets darauf gesehen werden, daß bei den verschiedenen Mischungen der richtige Wasserzusatz gegeben wurde. Bei der Herstellung von Probekörpern in festen dicht geschlossenen Formen ist dies ein unbedingtes Erfordernis, da alles Wasser in der Masse verbleibt, indem nirgends ein Abzug möglich ist. Wenn daher zu viel Wasser im erdfeuchten Beton enthalten ist, so wird derselbe bei dem Stampfen elastisch und weicht beim Stampfen seitlich aus, derart, daß er nicht genügend dicht gestampft werden kann. Dadurch kann natürlich die bei dem erdfeuchten Beton zu erzielende Dichte und damit auch die Festigkeit nicht erreicht werden, wie bei einem richtig zubereiteten Beton, worauf aber gerade der Vorzug des erdfeuchten Betons beruht.

Ich muß indessen hierbei besonders hervorheben, daß bei einer Betonausführung ein kleiner Prozentsatz höheren Wassergehaltes bei weitem nicht in demselben Maße zur Wirkung kommt, wie in diesen dicht schließenden Formen; denn bei jeder Stampfbetonarbeit kann ein gewisser Überschuß an Wasser beim Stampfen teils nach unten, teils nach den Seiten abziehen, wodurch ein dichtes Stampfen des Betons trotz etwas höheren Wassergehalts doch erreicht werden kann.

Es ist deshalb ein unbedingtes Erfordernis, bei Anfertigung von Probekörpern stets für den richtigen Wassergehalt im Beton zu sorgen.

Die Anfertigung der erdfeuchten Probekörper erfolgte in der im Programm vorgesehenen Weise.

2. Der plastische Beton wurde, wie eingangs beschrieben, zubereitet; derselbe erhielt einen Wasserzusatz von 5,0—5,7%, je nach den Materialien und den Mischungsverhältnissen. Es wurde damit eine weiche sehr dickbreiige Masse erzielt, wie sie Herr Baurat Braun in Ehingen fertigen ließ und zur Herstellung der Probekörper von demselben gewünscht wurde. Die Anfertigung der Probekörper erfolgte, wie von Herrn Baurat Braun ebenfalls gewünscht, derart, daß während des allmählichen Einlegens die Betonmasse fortgesetzt mit den gleichen Stampfern, wie sie zu den andern Körpern verwendet wurden, gestampft wurde. In Biebrich wurden also die plastischen Betonkörper nicht, wie im Arbeitsprogramm vorgesehen, mit 2 Stampfschichten angefertigt, sondern wie in Ehingen von den Kommissionsmitgliedern auf Wunsch des Herrn Baurat Braun vereinbart, in der oben beschriebenen Weise, während in Ehingen die Würfel mit 2 Stampfschichten hergestellt wurden.

3. Der stampffähige Beton sollte nach der Besprechung in Ehingen einen Wassergehalt haben, der in der Mitte von denjenigen der beiden vorgenannten Betonarten liegt. Dies ist also $\frac{3,0 + 5,0}{2} = 4,0$ bis $\frac{3,7 + 5,7}{2} = 4,7\%$. Die in Biebrich hergestellten Probekörper sind jedoch mit 4,4—4,8% Wasser angefertigt worden, also mit etwas höherem Wasserzusatz. Ich mußte diesen Wassergehalt nehmen, weil die Versuchsproben ergeben hatten, daß mit dem vorbeschriebenen Mittel der Beton nicht die von den Herren beschriebene und gewünschte Plastizität erhielt.

Die Probekörper, Betonwürfel, wurden in Biebrich, wie im Programm für plastischen Beton vorgesehen, mit 2 Stampfschichten angefertigt. In Ehingen dagegen mit 3 Stampfschichten.

Verzeichnis der in Biebrich gefertigten Versuchsreihen.

a) Maschinenbeton.

Bezeichnung	Raum-Gewichtsteile ¹⁾ der Materialien				Wassergehalt des Sandes	Wasserzusätze			Anzahl der Stampfschichten. Jede Stampfstelle mit 12 Stößen		
	Cement	Sand ²⁾	Feinkiessteine 5—15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße		erdfeucht	stampffähig bzw. plastisch	plastisch bzw. weich	erdfeucht	stampffähig bzw. plastisch	plastisch bzw. weich
Reihe I											
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,3 ‰	—	5,2 ‰	3	—	unterm Einfüllen gestampft
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,0 ‰	—	5,0 ‰	3	—	
Reihe II			Feinschotter 5—20 mm Korngröße	M.-Grobshotter ³⁾ 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,7 ‰	—	5,6 ‰	3	—	unterm Einfüllen gestampft
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,5 ‰	—	5,4 ‰	3	—	
Reihe III			Feinkiessteine 5—15 mm Korngröße	M.-Grobshotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,5 ‰	4,55 ‰	—	3	2	—
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,3 ‰	4,60 ‰	—	3	2	—
Reihe IV			Feinkiessteine 5—15 mm Korngröße	H.-Grobshotter ³⁾ 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,5 ‰	—	5,4 ‰	3	—	unterm Einfüllen gestampft
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,3 ‰	—	5,2 ‰	3	—	
Reihe V			Feinkiessteine 5—15 mm Korngröße	M.-Grobshotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,5 ‰	—	—	2	—	—
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,3 ‰	—	—	2	—	—
Reihe VI			Feinkiessteine 5—15 mm Korngröße	M.-Grobshotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	—	—	5,4 ‰	—	—	1
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	—	—	5,2 ‰	—	—	1
Reihe IX a			Feinkiessteine 5—15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	—	4,4 ‰	—	—	2	—
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	—	4,4 ‰	—	—	2	—
Reihe IX b			Feinschotter 5—20 mm Korngröße	M.-Grobshotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	—	4,8 ‰	—	—	2	—
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	—	4,8 ‰	—	—	2	—

¹⁾ Herr Dyckerhoff benützt diese Bezeichnung, um auszudrücken, dass die Raumteile durch Wiegen bestimmt wurden, nachdem vorher die Gewichte der Raumeinheit der Materialien ermittelt worden waren.

²⁾ Sand (5 mm).

³⁾ M.-Grobshotter = Maschinen-Grobshotter. H.-Grobshotter = Handschlag-Grobshotter.

b) Handbeton.

Bezeichnung	Raum-Gewichtsteile der Materialien				Wasser- gehalt des Sandes	Wasserzusätze			Anzahl der Stampfschichten. Jede Stampfstelle mit 12 Stößen		
	Cement	Sand	Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße		erd- feucht	stampf- fähig bezw. plastisch	plastisch bezw. weich	erd- feucht	stampf- fähig bezw. plastisch	plastisch bezw. weich
Reihe VII											
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,4 ‰	—	5,3 ‰	3	—	unterm Einfüllen gestampft
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,2 ‰	—	5,1 ‰	3	—	
Reihe VIII			Feinschotter 5-20 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	2,25 Teile	3,00 Teile	4,6 ‰	3,8 ‰	—	5,7 ‰	3	—	unterm Einfüllen gestampft
" 2	1 "	4,0 "	3,60 "	4,80 "	4,6 ‰	3,6 ‰	—	5,5 ‰	3	—	

Verzeichnis der in Ehingen gefertigten Versuchsreihen.

a) Maschinenbeton.

Bezeichnung	Zusammensetzung				Wasser- gehalt des Sandes	Wasserzusätze			Anzahl der Stampfschichten. Jede Stampfstelle mit 12 Stößen		
	Cement	Sand ¹⁾	Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße		erd- feucht	stampf- fähig bezw. plastisch	plastisch bezw. weich	erd- feucht	stampf- fähig bezw. plastisch	plastisch bezw. weich
Reihe I			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	4,0 ‰	—	5,7 ‰	3	—	2
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	4,62 ‰	5,7 ‰	3	3	2
Reihe II			Feinschotter 5-20 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	4,1 ‰	—	5,7 ‰	3	—	2
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	—	5,55 ‰	3	—	2
Reihe III			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	4,0 ‰	—	5,7 ‰	3	—	2
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	4,62 ‰	5,55 ‰	3	3	2
Reihe IV			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	H.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	4,2 ‰	—	5,7 ‰	3	—	2
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	—	5,55 ‰	3	—	2
Reihe V			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	4,2 ‰	—	—	2	—	—
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	—	—	2	—	—
Reihe VI			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	—	—	5,7 ‰	—	—	1
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	—	—	5,55 ‰	—	—	1

b) Handbeton.

Reihe IX a			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	—	4,85 ‰	—	—	3	—
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	—	4,62 ‰	—	—	3	—
Reihe IX b			Feinschotter 5-20 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	—	4,85 ‰	—	—	3	—
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	—	4,62 ‰	—	—	3	—
Reihe VII			Feinkiessteine 5-15 mm Korngröße	Grobkiessteine 15-40 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	4,0 ‰	—	5,7 ‰	3	—	2
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	—	5,5 ‰	3	—	2
Reihe VIII			Feinschotter 5-20 mm Korngröße	M.-Grob- schotter 20-50 mm Korngröße							
No. 1	1 Teil	2,5 Teile	1,75 Teile	3,50 Teile	—	3,6 ‰	—	5,7 ‰	3	—	2
" 2	1 "	4,0 "	2,80 "	5,60 "	—	3,7 ‰	—	5,55 ‰	3	—	2

¹⁾ Sand (7 mm).

III. Bericht

über die

Ergebnisse der Versuche, welche in der Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule Stuttgart durchgeführt worden sind.¹⁾

A. Untersuchung des zur Herstellung der Versuchskörper verwendeten Cements von Ehingen.

Erhärtungsbeginn, Temperaturerhöhung, Bindezeit.

(Mittel aus 3 Versuchen.)

Der Cement wurde bei durchschnittlich 17,0° C. Lufttemperatur
 mit 26,0% Wasser
 von der durchschnittlichen Temperatur 15,6° C. angemacht.
 Er begann nach durchschnittlich 4 Stunden 15 Minuten
 zu erhärten und ergab eine Erhöhung
 der Temperatur von durchschnittlich 3,9° C. über diejenige des Wassers und des
 Cementes (vor der Vermischung).
 Die Bindezeit betrug durchschnittlich 10 Stunden.

Volumenbeständigkeit.

Die normengemäßen Kuchen auf Glasplatten zeigten nach 28 Tagen weder Kantenrisse noch Verkrümmungen.

Feinheit der Mahlung.

Die angestellte Siebprobe ergab im Mittel aus 3 Versuchen
 auf dem Siebe von 900 Maschen auf 1 qcm 0,47% Rückstand,
 " " " " 4900 " " 1 " 19,0 % "

Gewicht des Cementes.

Es wiegt 1 Liter
 im eingesiebten (losen) Zustand 1,150 kg
 im vollständig eingerüttelten Zustand 1,742 "

Druckfestigkeit.

Zusammensetzung der mittelst des Hammerapparates hergestellten Probekörper:
 1 kg Cement, 3 kg Normalsand, 0,33 kg Wasser.
 Alter: 1 Tag an der Luft, 6 Tage unter Wasser.

Bezeichnung	Gewicht G kg	Abmessungen			Volumen a b h ccm	Raumgewicht 1000 G a b h	Querschnitt a b qcm	Bruchbelastung	
		Seite a	Seite b	Höhe h				beobachtet	auf 1 qcm
		cm	cm	cm					
1	0,793	7,12	7,10	7,07	358	2,22	50,6	14150	280
2	0,792	7,13	7,07	7,07	356	2,22	50,4	14850	295
3	0,798	7,16	7,11	7,07	360	2,22	50,9	13900	273
4	0,800	7,12	7,16	7,09	362	2,21	51,0	14200	278
5	0,795	7,15	7,08	7,07	358	2,22	50,6	14900	294

Durchschnitt 284,0.

Zugfestigkeit.

Zusammensetzung, Herstellung und Alter der Probekörper wie oben.

(24,5 + 24,0 + 25,0 + 24,5 + 25,0 + 24,0 + 22,5 + 24,5 + 23,5 + 22,5) : 10

Durchschnitt 24,0 kg/qcm.

¹⁾ Von der Wiedergabe der graphischen Darstellungen des elastischen Verhaltens der einzelnen Versuchskörper muß mit Rücksicht auf die Kosten dieser Schrift abgesehen werden.

Druckfestigkeit.

Zusammensetzung der mittelst des Hammerapparates hergestellten Probekörper:

1 kg Cement, 3 kg Normsand, 0,33 kg Wasser.

Alter: 1 Tag an der Luft, 27 Tage unter Wasser.

Bezeichnung	Gewicht G kg	Abmessungen			Volumen a b c ccm	Raumgewicht 1000 G a b h	Querschnitt a b qcm	Bruchbelastung	
		Seite a	Seite b	Höhe h				beobachtet kg	auf 1 qcm kg
		cm	cm	cm					
1	0,802	7,19	7,08	7,07	360	2,23	50,9	17650	347
2	0,802	7,19	7,08	7,07	360	2,23	50,9	17650	347
3	0,800	7,13	7,12	7,08	360	2,22	50,8	17250	340
4	0,799	7,14	7,08	7,07	358	2,23	50,6	17550	347
5	0,807	7,15	7,15	7,10	363	2,22	51,1	17500	342

Durchschnitt 344,6.

Zugfestigkeit.

Zusammensetzung, Herstellung und Alter der Probekörper wie oben.

(26,5 + 27,0 + 26,5 + 26,0 + 26,5 + 27,0 + 26,5 + 26,0 + 26,5 + 28,5) : 10

Durchschnitt 26,7 kg/qcm.

B. Untersuchung der Betonkörper von Ehingen auf Druckfestigkeit.

Die Versuchskörper (Würfel von rund 30 cm Seite) wurden vor dem Zerdrücken durch Hobeln je mit 2 parallelen Druckflächen versehen.

Cement von Ehingen.

1. „Maschinenbeton 1:2¹/₂:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	4,0	3	2,37	207	2,38	270
				2,39	284	2,39	286
				2,39	245	2,39	253
Reihe II No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinschotter 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	2	2,38	245,3	2,39	269,7
				2,39	216	2,42	276
				2,39	219	2,42	282
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	4,1	3	2,39	226	2,43	279
				2,39	220,3	2,42	279,0
				2,43	273	2,44	314
Reihe IV No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	2	2,41	250	2,41	279
				2,42	267	2,42	244
				2,42	263,3	2,42	279,0
Reihe V No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	4,2	3	2,42	269	2,45	349
				2,42	273	2,45	346
				2,42	278	2,44	327
Reihe VI No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	2	2,42	273,3	2,45	340,7
				2,41	285	2,41	326
				2,42	270	2,40	345
Reihe VII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	4,0	3	2,41	279	2,41	333
				2,41	278,0	2,41	334,7
				2,41	269	2,43	365
Reihe VIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	2	2,42	297	2,41	349
				2,42	287	2,42	336
				2,42	284,3	2,42	350,0
Reihe IX No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	4,2	3	2,40	279	2,40	306
				2,39	264	2,40	336
				2,39	284	2,40	300
Reihe X No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	2	2,39	275,7	2,40	314,0
				2,40	273	2,41	324
				2,41	270	2,42	340
Reihe XI No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	4,2	2	2,41	289	2,41	327
				2,41	277,3	2,41	330,3
				2,39	294	2,38	325
Reihe XII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	1	2,38	264	2,37	270
				2,38	248	2,40	330
				2,38	268,7	2,38	308,3
Reihe XIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	1	2,40	274	2,40	336
				2,39	264	2,40	324
				2,40	279	2,39	329
Reihe XIV No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	5,7	1	2,40	272,3	2,40	329,7

2. „Handbeton 1:2¹/₂:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe VII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	4,0	3	2,39	252	2,40	294
				2,38	241	2,40	301
				2,38	252	2,39	294
		5,7	2	2,38	248,3	2,40	296,3
				2,38	220	2,39	270
				2,38	216	2,39	270
2,38	215	2,39	284				
2,38	217,0	2,39	274,7				
Reihe VIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinschotter 3,5 Maschinengrobschotter	3,6	3	2,37	219	2,37	271
				2,36	227	2,37	313
				2,38	232	2,37	265
		5,7	2	2,37	226,0	2,37	283,0
				2,43	277	2,42	330
				2,42	292	2,42	339
2,44	269	2,44	321				
2,43	279,3	2,43	330,0				
Reihe IX a No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	4,85	3	2,38	208	2,39	281
				2,39	248	2,40	281
				2,38	239	2,40	295
				2,38	231,7	2,40	285,7
Reihe IX b No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinschotter 3,5 Maschinengrobschotter	4,85	3	2,43	314	2,43	359
				2,44	296	2,43	347
				2,43	308	2,42	349
				2,43	306,0	2,43	351,7

3. „Maschinenbeton 1:4:8.“

Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	3,7	3	2,40	217	2,37	224
				2,39	193	2,36	200
				2,40	214	2,36	185
		5,7	2	2,40	208,0	2,36	203,0
				2,38	148	2,39	213
				2,40	149	2,40	210
2,40	159	2,40	209				
2,39	152,0	2,40	210,7				
4,62	3	2,41	209	2,42	249		
		2,43	233	2,43	263		
		2,43	272	2,41	242		
		2,42	238,0	2,42	251,3		
Reihe II No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	3,7	3	2,36	172	2,42	289
				2,40	215	2,39	250
				2,38	192	2,43	294
		5,55	2	2,38	193,0	2,41	277,7
				2,42	202	2,42	254
				2,42	197	2,43	254
2,43	201	2,42	259				
2,42	200,0	2,42	255,7				
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Maschinengrobschotter	3,7	3	2,44	243	2,42	259
				2,42	230	2,41	249
				2,41	234	2,42	264
		5,55	2	2,42	235,7	2,42	257,3
				2,39	158	2,40	210
				2,39	153	2,39	210
2,40	160	2,40	207				
2,39	157,0	2,40	209,0				
4,62	3	2,45	240	2,44	276		
		2,42	226	2,45	271		
		2,45	242	2,44	271		
		2,44	236,0	2,44	272,7		
Reihe IV No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Handschlaggrobschotter	3,7	3	2,42	242	2,40	270
				2,40	236	2,40	249
				2,38	215	2,39	246
		5,55	2	2,40	231,0	2,40	255,0
				2,42	218	2,42	252
				2,41	200	2,41	282
2,42	237	2,42	262				
2,42	218,3	2,42	265,3				

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe V No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Maschinengrobschotter	3,7	2	2,36	180	—	—
				2,33	168	2,39	272
				2,35	171	2,37	245
				2,35	173,0	2,38	258,5
Reihe VI No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Maschinengrobschotter	5,55	1	2,37	195	2,39	281
				2,38	205	2,39	283
				2,38	189	2,37	260
				2,38	196,3	2,38	274,7
4. „Handbeton 1:4:8.“							
Reihe VII No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	3,7	3	2,36	163	2,36	192
				2,38	185	2,37	206
				2,36	175	2,37	170
		5,55	2	2,37	174,3	2,37	189,3
				2,37	153	2,37	188
				2,37	159	2,37	177
2,38	157	2,36	193				
2,37	156,3	2,37	186,0				
Reihe VIII No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	3,7	3	2,36	163	2,38	219
				2,32	188	2,34	169
				2,35	171	2,34	194
		5,55	2	2,34	174,0	2,35	194,0
				2,41	214	2,40	240
				2,40	211	2,41	236
2,41	207	2,41	255				
2,41	210,7	2,41	243,7				
Reihe IX a No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	4,62	3	2,38	190	2,39	229
				2,37	178	2,38	226
				2,36	183	2,35	220
				2,37	183,7	2,37	225,0
Reihe IX b No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	4,62	3	2,38	212	2,40	271
				2,37	212	2,38	254
				2,39	241	2,36	244
				2,38	221,7	2,38	256,3

C. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckfestigkeit. Cement von Ehingen.

1. „Maschinenbeton 1:2¹/₂:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	3,3	3	2,41	284	2,41	333
				2,41	287	2,40	312
		5,2	*)	2,41	285,5	2,41	322,5
				2,39	245	2,40	281
				2,39	238	2,39	280
2,39	241,5	2,40	280,5				
Reihe II No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	3,7	3	2,44	369	2,45	362
				2,44	334	2,43	374
		5,6	*)	2,44	351,5	2,44	368,0
				2,41	267	2,40	304
				2,39	251	2,40	300
2,40	259,0	2,40	302,0				
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	3,5	3	2,42	327	2,43	362
				2,41	299	2,41	353
		4,55	2	2,42	313,0	2,42	357,5
				2,41	281	2,43	358
				2,42	283	2,41	329
2,42	282,0	2,42	343,5				

*) Nach Angabe wurde beim „plastischen“ Beton die Betonmasse während des allmählichen Einfüllens in die Form fortgesetzt gestampft.

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe IV No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Handschlaggrobschotter	3,5	3	2,43	328	2,43	339
				2,42	316	2,44	326
		5,4	*)	2,43	322,0	2,44	332,5
				2,39	273	2,40	292
				2,42	259	2,40	299
				2,40	266,0	2,40	295,5
Reihe V No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	3,5	2	2,41	309	2,42	364
				2,42	317	2,41	353
				2,42	313,0	2,42	358,5
Reihe VI No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	5,4	1	2,40	255	2,41	288
				2,39	238	2,41	290
				2,40	246,5	2,41	289,0
Reihe IX a No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	4,4	2	2,42	273	2,42	283
				2,42	285	2,42	302
				2,42	279,0	2,42	292,5
Reihe IX b No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	4,8	2	2,42	280	2,44	332
				2,43	276	2,43	322
				2,43	278,0	2,44	327,0
2. „Handbeton 1:2 ¹ / ₂ :5.“							
Reihe VII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	3,4	3	—	—	2,39	244
				2,38	216	2,39	202
				2,38	229	2,41	257
		5,3	*)	2,38	222,5	2,40	231,3
				2,38	211	2,39	221
				2,38	214	2,38	248
				2,38	212,5	2,39	231,5
Reihe VIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	3,8	3	2,40	235	—	—
				2,41	265	2,40	265
				2,40	243	2,42	275
		5,7	*)	2,40	247,7	2,41	270,0
				2,40	238	2,41	254
				2,41	239	2,42	270
				2,41	238,5	2,42	262,0
3. „Maschinenbeton 1:4:8.“							
Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	3,0	3	2,41	227	2,41	251
				2,42	233	2,41	256
		5,0	*)	2,41	230,0	2,41	253,5
				2,39	155	2,38	195
				2,39	153	2,39	208
				2,39	154,0	2,39	201,5
Reihe II No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	3,5	3	2,45	263	2,42	257
				2,43	244	2,45	279
		5,4	*)	2,44	253,5	2,44	268,0
				2,40	169	2,39	216
				2,41	174	2,41	216
				2,40	171,5	2,40	216,0
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	3,3	3	2,43	264	2,42	281
				2,42	243	2,42	271
		4,6	2	2,42	253,5	2,42	276,0
				2,40	187	2,41	212
				2,41	187	2,39	220
				2,40	187,0	2,40	216,0
Reihe IV No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Handschlaggrobschotter	3,3	3	2,43	254	2,42	268
				2,43	259	2,43	273
		5,2	*)	2,43	256,5	2,43	270,5
				2,40	158	—	—
				2,39	151	2,38	185
				2,38	152	2,37	179
				2,39	153,7	2,38	182,0
Reihe V No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	3,3	2	2,43	257	2,41	264
				2,43	261	2,43	282
				2,43	259,0	2,42	273,0

*) Nach Angabe wurde beim „plastischen“ Beton die Betonmasse während des allmählichen Einfüllens in die Form fortgesetzt gestampft.

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe VI No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	5,2	1	2,40	171	2,38	192
				2,37	163	2,41	197
				2,39	167,0	2,40	194,5
Reihe IX a No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	4,4	2	2,40	189	2,40	217
				2,40	185	2,39	214
				2,40	187,0	2,40	215,5
Reihe IX b No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	4,8	2	2,38	165	—	—
				2,40	187	2,41	210
				2,39	170	2,43	219
				2,39	174,0	2,42	214,5
4. „Handbeton 1:4:8.“							
Reihe VII No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	3,2	3	2,37	155	—	—
				2,37	138	2,37	167
				2,38	166	2,37	165
		5,1	*)	2,37	153,0	2,37	166,0
				2,38	135	2,38	159
2,38	136	2,38	166				
Reihe VIII No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	3,6	3	2,40	219	2,40	251
				2,39	188	2,41	209
				2,41	209	2,42	216
		5,5	*)	2,40	205,3	2,41	225,3
				2,38	163	2,40	194
				2,38	149	2,42	202
2,38	156,0	2,41	198,0				

D. Untersuchung der Betonkörper von Ehingen auf Druckelastizität.

Cement von Ehingen.

Alter der Probekörper: 100—129 Tage.

Die Prüfung erfolgte in einer stehenden Maschine. Die Versuchskörper (Cylinder von rund 25 cm Durchmesser und 1 m Länge) waren durch Hobeln mit genau parallelen Stirnflächen (Druckflächen) versehen worden, so daß bei der vorhandenen Kugellagerung der Druckplatten eine gleichmäßige Druckverteilung zu erwarten stand. Die Zusammendrückungen wurden auf eine ursprüngliche Länge von 75 cm gemessen. Die hierzu benützte Meßvorrichtung findet sich beschrieben in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure 1895, S. 489 u. f., sowie in derselben Zeitschrift 1898, S. 35 u. f. und C. Bach, „Elastizität und Festigkeit“, 4. Aufl., S. 112 u. f. Belastung und Entlastung (je 1½ Minuten Dauer) wurden für jede Belastungsstufe so oft wiederholt, bis sich die gesamten, die bleibenden und die federnden Zusammendrückungen nicht mehr änderten, also je einen bestimmten Grenzwert erreicht hatten. Diese Grenzwerte sind in den Zusammenstellungen für die verschiedenen Belastungsstufen angegeben.

1. „Maschinenbeton 1:2½:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in 1/1200 cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
							Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	a	
0,15—16,04	4,55	0,32	4,23	1: 339 600						
0,15—23,99	7,08	0,48	6,60	1: 326 500						
0,15—31,93	9,73	0,65	9,08	1: 316 400						
0,15—39,88	12,53	0,96	11,57	1: 310 400						
b	4,0	10	2,46	0,16— 8,35	1,94	0,11			1,83	1: 402 900
				0,16—16,53	4,20	0,27			3,93	1: 375 000
				0,16—24,72	6,56	0,45			6,11	1: 361 900
				0,16—32,91	9,05	0,68			8,37	1: 352 300
				0,16—41,10	11,54	0,90			10,64	1: 346 400

*) Nach Angabe wurde beim „plastischen“ Beton die Betonmasse während des allmählichen Einfüllens in die Form fortgesetzt gestampft.

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in 1/1200 cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	a	5,7	7	2,44	0,16— 8,30	1,99	0,10	1,89	1: 387 700
						0,16—16,44	4,30	0,34	3,96	1: 370 000
						0,16—24,58	6,74	0,58	6,16	1: 356 800
						0,16—32,72	9,28	0,85	8,43	1: 347 700
						0,16—40,87	11,96	1,21	10,75	1: 340 900
		b	5,7	7	2,45	0,16— 8,25	2,01	0,12	1,89	1: 386 100
						0,16—16,35	4,29	0,24	4,05	1: 360 600
						0,16—24,45	6,68	0,47	6,21	1: 352 800
						0,16—32,55	9,28	0,81	8,47	1: 345 000
						0,16—40,64	12,05	1,10	10,95	1: 333 500
Reihe II No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinschotter 3,5 Maschinengrobschotter	a	4,1	10	2,48	0,16— 8,26	1,57	0,14	1,43	1: 511 000
						0,16—16,37	3,33	0,30	3,03	1: 482 600
						0,16—24,47	5,02	0,33	4,69	1: 467 600
						0,16—32,57	6,79	0,40	6,39	1: 457 600
						0,16—40,68	8,57	0,44	8,13	1: 449 600
						0,16— 8,16	1,49	0,10	1,39	1: 518 000
		b	4,1	10	2,48	0,16—16,16	3,33	0,34	2,99	1: 481 600
						0,16—24,16	5,33	0,68	4,65	1: 464 500
						0,16—32,16	7,29	0,94	6,35	1: 453 500
						0,16—40,16	9,27	1,22	8,05	1: 447 200
						0,15— 8,10	1,58	0,05	1,53	1: 468 100
						0,15—16,04	3,68	0,46	3,22	1: 444 600
		a	5,7	7	2,43	0,15—23,99	5,76	0,78	4,98	1: 431 300
						0,15—31,93	7,84	1,10	6,74	1: 424 800
						0,15—39,88	9,79	1,22	8,57	1: 417 700
						0,16— 8,23	1,71	0,16	1,55	1: 468 800
						0,16—16,30	3,73	0,38	3,35	1: 433 800
						0,16—24,37	5,88	0,72	5,16	1: 422 400
b	5,7	7	2,45	0,16—32,44	8,14	1,16	6,98	1: 416 400		
				0,16—40,51	10,29	1,47	8,82	1: 411 900		
				0,16— 8,28	1,68	0,11	1,57	1: 465 100		
				0,16—16,41	3,67	0,33	3,34	1: 437 500		
				0,16—24,53	5,79	0,66	5,13	1: 427 200		
				0,16—32,65	7,87	0,92	6,95	1: 420 400		
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	a	4,0	10	2,47	0,16—40,78	9,91	1,10	8,81	1: 414 600
						0,16— 8,15	1,62	0,09	1,53	1: 469 500
						0,16—16,14	3,25	0,11	3,14	1: 457 500
						0,16—24,12	5,22	0,31	4,91	1: 438 700
						0,16—32,11	7,23	0,48	6,75	1: 425 500
						0,16—40,10	9,14	0,52	8,62	1: 416 600
		b	4,0	10	2,46	0,16— 8,27	1,61	0,04	1,57	1: 465 100
						0,16—16,39	3,48	0,10	3,38	1: 432 300
						0,16—24,51	5,40	0,15	5,25	1: 417 600
						0,16—32,62	7,41	0,28	7,13	1: 409 900
						0,16—40,74	9,45	0,42	9,03	1: 404 600
						0,16— 8,23	1,69	0,14	1,55	1: 469 100
		a	5,7	7	2,44	0,16—16,31	3,55	0,23	3,32	1: 438 300
						0,16—24,39	5,56	0,41	5,15	1: 423 900
						0,16—32,47	7,53	0,53	7,00	1: 415 900
						0,16—40,54	9,58	0,70	8,88	1: 409 800
						0,16— 8,16	1,68	0,07	1,61	1: 447 600
						0,16—16,17	3,53	0,13	3,40	1: 424 100
Reihe IV No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Handschlaggrobschotter	a	4,2	10	2,47	0,16—24,18	5,43	0,21	5,22	1: 414 500
						0,16—32,18	7,41	0,30	7,11	1: 405 600
						0,16—40,19	9,48	0,44	9,04	1: 398 800
						0,16— 8,20	1,75	0,20	1,55	1: 467 200
						0,16—16,25	3,91	0,57	3,34	1: 433 900
						0,16—24,29	5,90	0,76	5,14	1: 422 800
		b	4,2	10	2,48	0,16—32,34	8,17	1,15	7,02	1: 412 900
						0,16—40,38	10,53	1,57	8,96	1: 404 300
						0,16— 8,16	1,78	0,14	1,64	1: 438 800
						0,16—16,17	3,58	0,18	3,40	1: 423 600
						0,16—24,18	5,61	0,41	5,20	1: 415 500
						0,16—32,18	7,67	0,63	7,04	1: 409 100
		a	5,7	7	2,45	0,16—40,19	9,78	0,82	8,96	1: 401 900
						0,16— 8,23	1,69	0,01	1,68	1: 432 400
						0,16—16,30	3,41	0,04	3,37	1: 431 200
						0,16—24,37	5,31	0,12	5,19	1: 419 900
						0,16—32,44	7,35	0,28	7,07	1: 411 000
						0,16—40,51	9,49	0,46	9,03	1: 402 300

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $\frac{1}{1200}$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe V No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	a	4,2	7	2,48	0,16— 8,14	1,61	0,02	1,59	1 : 452 300
						0,16—16,12	3,40	0,04	3,36	1 : 428 100
						0,16—24,10	5,38	0,12	5,26	1 : 410 200
						0,16—32,09	7,42	0,22	7,20	1 : 399 700
						0,16—40,07	9,53	0,36	9,17	1 : 392 200
		b	4,2	7	2,46	0,16— 8,25	1,80	0,11	1,69	1 : 430 900
						0,16—16,33	3,88	0,31	3,57	1 : 407 800
						0,16—24,41	6,02	0,51	5,51	1 : 396 200
						0,16—32,49	8,27	0,75	7,52	1 : 387 000
						0,16—40,58	10,61	1,01	9,60	1 : 379 000
Reihe VI No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Maschinengrobschotter	a	5,7	3	2,43	0,16— 8,18	2,19	0,47	1,72	1 : 420 100
						0,16—16,21	4,36	0,74	3,62	1 : 399 500
						0,16—24,23	6,63	1,08	5,55	1 : 390 700
						0,16—32,26	9,12	1,60	7,52	1 : 384 600
						0,16—40,28	11,63	2,07	9,56	1 : 378 100
		b	5,7	3	2,43	0,16— 8,24	2,21	0,51	1,70	1 : 427 700
						0,16—16,32	4,44	0,82	3,62	1 : 401 700
						0,16—24,41	6,93	1,37	5,56	1 : 392 400
						0,16—32,49	9,54	1,99	7,55	1 : 385 300
						0,16—40,58	12,28	2,68	9,60	1 : 378 800
2. „Handbeton 1:2 $\frac{1}{2}$:5.“										
Reihe VII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	a	4,0	10	2,43	0,15— 8,21	2,36	0,21	2,15	1 : 337 200
						0,15—16,26	5,08	0,44	4,64	1 : 312 300
						0,15—24,31	8,11	0,77	7,34	1 : 296 000
						0,15—32,36	11,07	1,02	10,05	1 : 288 300
						0,15—40,41	14,04	1,27	12,77	1 : 283 500
		b	4,0	10	2,42	0,15— 8,19	2,31	0,14	2,17	1 : 333 100
						0,15—16,22	4,81	0,25	4,56	1 : 316 900
						0,15—24,25	7,38	0,36	7,02	1 : 308 700
						0,15—32,28	10,15	0,62	9,53	1 : 303 200
						0,15—40,32	13,06	0,84	12,22	1 : 295 600
Reihe VIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinschotter 3,5 Maschinengrobschotter	a	5,7	7	2,40	0,15— 8,30	2,18	0,08	2,10	1 : 350 200
						0,15—16,45	4,68	0,19	4,49	1 : 327 600
						0,15—24,60	7,32	0,39	6,93	1 : 318 400
						0,15—32,75	10,24	0,75	9,49	1 : 310 000
						0,15—40,90	13,22	1,14	12,08	1 : 304 400
		b	5,7	7	2,43	0,16— 8,40	2,19	0,03	2,16	1 : 343 400
						0,16—16,64	4,72	0,20	4,52	1 : 328 200
						0,16—24,89	7,47	0,48	6,99	1 : 318 500
						0,16—33,14	10,31	0,77	9,54	1 : 311 200
						0,16—41,39	13,51	1,27	12,24	1 : 303 200
Reihe IXa No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	a	3,6	10	2,43	0,15— 8,17	2,39	0,63	1,76	1 : 410 100
						0,15—16,19	4,92	1,11	3,81	1 : 378 900
						0,15—24,21	7,34	1,47	5,87	1 : 368 900
						0,15—32,23	9,87	1,90	7,97	1 : 362 300
						0,15—40,25	12,39	2,17	10,22	1 : 353 100
		b	3,6	10	2,41	0,15— 8,27	2,34	0,44	1,90	1 : 386 200
						0,15—16,39	4,90	0,83	4,07	1 : 360 600
						0,15—24,50	7,42	1,10	6,32	1 : 348 100
						0,15—32,62	10,03	1,40	8,63	1 : 340 000
						0,15—40,74	12,85	1,87	10,98	1 : 334 000
Reihe IXb No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	a	5,7	7	2,42	0,16— 8,11	1,87	0,03	1,84	1 : 389 900
						0,16—16,07	3,89	0,07	3,82	1 : 375 800
						0,16—24,03	6,23	0,35	5,88	1 : 366 300
						0,16—31,98	8,56	0,61	7,95	1 : 361 200
						0,16—39,94	11,13	1,05	10,08	1 : 356 100
		b	5,7	7	2,44	0,16— 8,24	1,72	0,02	1,70	1 : 428 100
						0,16—16,32	3,72	0,11	3,61	1 : 403 200
						0,16—24,41	6,16	0,56	5,60	1 : 390 000
						0,16—32,49	8,32	0,71	7,61	1 : 382 700
						0,16—40,58	10,69	1,05	9,64	1 : 377 700
Reihe IXc No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinkiessteine 3,5 Grobkiessteine	a	4,85	—	2,43	0,16— 8,16	2,07	0,21	1,86	1 : 386 800
						0,16—16,16	4,33	0,47	3,86	1 : 372 800
						0,16—24,16	6,72	0,80	5,92	1 : 364 600
						0,16—32,16	9,27	1,17	8,10	1 : 355 300
						0,16—40,16	11,71	1,38	10,33	1 : 348 300
		b	4,85	—	2,43	0,15— 8,20	2,04	0,19	1,85	1 : 391 900
						0,15—16,25	4,36	0,35	4,01	1 : 361 600
						0,15—24,29	6,77	0,59	6,18	1 : 351 800
						0,15—32,34	9,28	0,91	8,37	1 : 346 400
						0,15—40,38	11,84	1,22	10,62	1 : 341 200

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $\frac{1}{1200}$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe IX b No. 1	1 Cement 2,5 Sand 1,75 Feinschotter 3,5 Maschinengrobschotter	a	4,85	—	2,45	0,15— 8,14	1,87	0,32	1,55	1 : 463 900
						0,15—16,13	3,75	0,40	3,35	1 : 429 300
						0,15—24,12	5,85	0,63	5,22	1 : 413 300
						0,15—32,11	7,81	0,72	7,09	1 : 405 700
						0,15—40,10	10,00	0,99	9,01	1 : 399 100
		b	4,85	—	2,45	0,16— 8,27	1,77	0,07	1,70	1 : 429 900
						0,16—16,38	3,80	0,17	3,63	1 : 402 700
						0,16—24,49	5,91	0,33	5,58	1 : 392 900
						0,16—32,60	8,03	0,49	7,54	1 : 387 700
						0,16—40,71	10,16	0,64	9,52	1 : 383 900
3. „Maschinenbeton 1:4:8.“										
Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	a	3,7	10	2,46	0,16— 8,21	2,01	0,15	1,86	1 : 390 200
						0,16—16,26	4,29	0,24	4,05	1 : 358 400
						0,16—24,31	6,79	0,53	6,26	1 : 347 800
						0,16—32,36	9,53	0,94	8,59	1 : 338 000
		b	3,7	10	2,47	0,16— 8,26	2,12	0,24	1,88	1 : 387 900
						0,16—16,37	4,52	0,46	4,06	1 : 359 400
						0,16—24,47	7,19	0,89	6,30	1 : 347 400
						0,16—32,57	10,34	1,73	8,61	1 : 338 900
		a	5,7	7	2,45	0,16— 8,42	2,24	0,06	2,18	1 : 340 800
						0,16—16,69	4,80	0,19	4,61	1 : 322 500
						0,16—24,96	7,67	0,52	7,15	1 : 312 000
						0,16—33,23	10,98	1,02	9,96	1 : 298 700
b	5,7	7	2,40	0,15— 8,30	2,36	0,13	2,23	1 : 328 800		
				0,15—16,44	5,06	0,38	4,68	1 : 313 100		
				0,15—24,58	8,02	0,70	7,32	1 : 300 200		
				0,15—32,72	11,45	1,35	10,10	1 : 290 100		
Reihe II No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	a	3,7	10	2,47	0,16— 8,15	1,54	0,15	1,39	1 : 517 900
						0,16—16,15	3,38	0,35	3,03	1 : 475 500
						0,16—24,14	5,30	0,57	4,73	1 : 456 800
						0,16—32,14	7,49	1,00	6,49	1 : 444 000
		b	3,7	10	2,47	0,16— 8,18	1,66	0,05	1,61	1 : 448 100
						0,16—16,20	3,60	0,18	3,42	1 : 421 900
						0,16—24,22	5,81	0,55	5,26	1 : 411 500
						0,16—32,24	7,95	0,81	7,14	1 : 404 100
		a	5,55	7	2,48	0,16— 8,33	1,70	0,07	1,63	1 : 451 000
						0,16—16,51	3,54	0,17	3,37	1 : 436 500
						0,16—24,68	5,50	0,33	5,17	1 : 426 700
						0,16—32,86	7,58	0,54	7,04	1 : 417 900
b	5,55	7	2,46	0,16— 8,29	1,71	0,05	1,66	1 : 440 800		
				0,16—16,42	3,57	0,08	3,49	1 : 419 300		
				0,16—24,54	5,65	0,20	5,45	1 : 402 600		
				0,16—32,67	7,78	0,30	7,48	1 : 391 200		
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Maschinengrobschotter	a	3,7	10	2,46	0,16— 8,25	1,71	0,06	1,65	1 : 441 700
						0,16—16,33	3,65	0,13	3,52	1 : 413 800
						0,16—24,41	5,74	0,24	5,50	1 : 397 200
						0,16—32,49	7,97	0,49	7,48	1 : 389 400
		b	3,7	10	2,47	0,16— 8,14	1,78	0,07	1,71	1 : 420 800
						0,16—16,12	3,63	0,18	3,45	1 : 417 100
						0,16—24,10	5,90	0,61	5,29	1 : 408 100
						0,16—32,09	8,25	1,04	7,21	1 : 399 300
		a	5,55	7	2,42	0,16— 8,27	2,19	0,19	2,00	1 : 365 200
						0,16—16,38	4,60	0,39	4,21	1 : 347 000
						0,16—24,49	7,13	0,69	6,44	1 : 340 300
						0,16—32,60	9,78	1,00	8,78	1 : 332 800
b	5,55	7	2,45	0,16— 8,27	1,98	0,17	1,81	1 : 403 400		
				0,16—16,39	4,26	0,49	3,77	1 : 387 600		
				0,16—24,51	6,68	0,85	5,83	1 : 376 100		
				0,16—32,62	9,07	1,14	7,93	1 : 368 500		
Reihe IV No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Handschlaggrobschotter	a	3,7	10	2,46	0,16— 8,22	1,84	0,12	1,72	1 : 421 900
						0,16—16,29	3,97	0,31	3,66	1 : 396 700
						0,16—24,35	6,12	0,48	5,64	1 : 386 100
						0,16—32,41	8,54	0,83	7,71	1 : 376 600
		b	3,7	10	2,45	0,16— 8,11	1,82	0,05	1,77	1 : 404 500
						0,16—16,06	4,04	0,36	3,68	1 : 390 100
						0,16—24,01	6,22	0,57	5,65	1 : 380 200
						0,16—31,96	8,58	0,89	7,69	1 : 372 400

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in 1/1200 cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe IV No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Handschlaggrobschotter	a	5,55	7	2,44	0,16— 8,15	1,83	0,18	1,65	1 : 434 900
						0,16—16,15	3,85	0,41	3,44	1 : 417 500
						0,16—24,14	6,06	0,73	5,33	1 : 404 100
						0,16—32,14	8,67	1,43	7,24	1 : 396 700
	b	5,55	7	2,44	0,16— 8,14	1,70	0,05	1,65	1 : 435 100	
					0,16—16,13	3,66	0,21	3,45	1 : 416 400	
					0,16—24,12	5,87	0,56	5,31	1 : 405 900	
					0,16—32,11	8,56	1,30	7,26	1 : 395 900	
Reihe V No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Maschinengrobschotter	a	3,7	7	2,42	0,16— 8,13	2,12	0,14	1,98	1 : 362 300
						0,16—16,09	4,54	0,40	4,14	1 : 346 400
						0,16—24,06	7,13	0,75	6,38	1 : 337 200
						0,16—32,03	9,76	1,09	8,67	1 : 330 900
	b	3,7	7	2,44	0,16— 8,25	2,11	0,20	1,91	1 : 381 500	
					0,16—16,34	4,44	0,35	4,09	1 : 356 300	
					0,16—24,43	6,78	0,49	6,29	1 : 347 500	
					0,16—32,52	9,36	0,78	8,58	1 : 339 700	
Reihe VI No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Maschinengrobschotter	a	5,55	3	2,42	0,15— 8,17	2,14	0,17	1,97	1 : 366 600
						0,15—16,19	4,25	0,23	4,02	1 : 359 300
						0,15—24,21	6,52	0,38	6,14	1 : 352 900
						0,15—32,23	8,94	0,57	8,37	1 : 345 200
	b	5,55	3	2,42	0,15— 8,16	2,15	0,15	2,00	1 : 360 400	
					0,15—16,17	4,58	0,43	4,15	1 : 347 400	
					0,15—24,17	7,20	0,85	6,35	1 : 340 400	
					0,15—32,18	9,98	1,37	8,61	1 : 334 800	
4. „Handbeton 1:4:8.“										
Reihe VII No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	a	3,7	10	2,35	0,15— 8,16	3,22	0,32	2,90	1 : 248 800
						0,15—16,18	7,00	0,72	6,28	1 : 229 900
						0,15—24,19	11,27	1,42	9,85	1 : 219 800
						0,15—32,20	15,84	2,28	13,56	1 : 212 900
	b	3,7	10	2,36	0,15— 8,25	2,89	0,17	2,72	1 : 268 300	
					0,15—16,35	6,38	0,48	5,90	1 : 247 400	
					0,15—24,44	10,13	0,98	9,15	1 : 239 200	
					0,15—32,54	14,15	1,58	12,57	1 : 232 200	
Reihe VIII No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	a	5,55	7	2,38	0,15— 8,19	2,68	0,20	2,48	1 : 291 400
						0,15—16,23	5,91	0,54	5,37	1 : 269 200
						0,15—24,27	9,73	1,35	8,38	1 : 258 700
						0,15—32,31	14,04	2,38	11,66	1 : 247 900
	b	5,55	7	2,37	0,15— 8,24	2,60	0,15	2,45	1 : 297 400	
					0,15—16,32	5,62	0,40	5,22	1 : 279 000	
					0,15—24,40	9,02	0,84	8,18	1 : 267 000	
					0,15—32,49	12,79	1,41	11,38	1 : 255 900	
Reihe IX a No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	a	3,7	10	2,35	0,15— 8,08	2,38	0,21	2,17	1 : 329 700
						0,15—16,01	5,15	0,51	4,64	1 : 308 400
						0,15—23,95	8,31	1,06	7,25	1 : 296 200
						0,15—31,88	11,62	1,68	9,94	1 : 288 000
	b	3,7	10	2,38	0,15— 8,22	2,27	0,17	2,10	1 : 345 700	
					0,15—16,30	4,84	0,35	4,49	1 : 323 600	
					0,15—24,37	7,53	0,60	6,93	1 : 314 400	
					0,15—32,44	10,43	0,95	9,48	1 : 306 400	
Reihe IX b No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	a	5,55	7	2,42	0,15— 8,17	3,67	0,59	3,08	1 : 234 500
						0,15—16,19	8,21	2,38	5,83	1 : 247 800
						0,15—24,21	12,12	3,50	8,62	1 : 251 400
						0,15—32,23	15,98	4,55	11,43	1 : 252 800
	b	5,55	7	2,42	0,15— 8,20	2,15	0,11	2,04	1 : 355 300	
					0,15—16,24	4,53	0,25	4,28	1 : 338 500	
					0,15—24,29	7,23	0,52	6,71	1 : 323 900	
					0,15—32,33	10,03	0,80	9,23	1 : 313 900	
Reihe IX a No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinkiessteine 5,6 Grobkiessteine	a	4,62	10	2,43	0,15— 8,10	2,09	0,09	2,00	1 : 357 900
						0,15—16,04	4,33	0,14	4,19	1 : 341 500
						0,15—23,99	6,71	0,25	6,46	1 : 332 300
						0,15—31,93	9,21	0,38	8,83	1 : 324 000
	b	4,62	10	2,42	0,15— 8,18	2,32	0,17	2,15	1 : 336 500	
					0,15—16,21	5,04	0,45	4,59	1 : 315 200	
					0,15—24,23	7,83	0,74	7,09	1 : 306 000	
					0,15—32,26	10,97	1,20	9,77	1 : 296 100	
Reihe IX b No. 2	1 Cement 4 Sand 2,8 Feinschotter 5,6 Maschinengrobschotter	a	4,62	10	2,43	0,16— 8,10	2,14	0,38	1,76	1 : 405 200
						0,16—16,05	4,29	0,55	3,74	1 : 381 600
						0,16—23,99	6,64	0,84	5,80	1 : 369 000
						0,16—31,93	9,06	1,05	8,01	1 : 356 300
	b	4,62	10	2,45	0,16— 8,29	1,70	0,11	1,59	1 : 460 000	
					0,16—16,43	3,64	0,21	3,43	1 : 426 800	
					0,16—24,56	5,61	0,33	5,28	1 : 415 700	
					0,16—32,69	7,60	0,46	7,14	1 : 409 900	

E. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckelastizität.

Cement von Ehingen.

Alter der Probekörper: 109—128 Tage.

1. „Maschinenbeton 1:2¹/₂:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasserzuzatz %	Anzahl der Stampfschichten	Raumgewicht	Belastungsstufen kg/qcm	Zusammendrückung in 1/1200 cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längeneinheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	a	3,3	nicht bekannt	2,45	0,16—8,36	2,07	0,18	1,89	1:390 700
						0,16—16,57	4,39	0,38	4,01	1:368 500
						0,16—24,78	6,78	0,57	6,21	1:357 000
						0,16—32,99	9,16	0,72	8,44	1:350 300
		b	3,3	nicht bekannt	2,46	0,16—8,36	2,02	0,12	1,90	1:388 200
						0,16—16,56	4,23	0,20	4,03	1:366 000
						0,16—24,76	6,51	0,30	6,21	1:356 300
						0,16—32,96	8,85	0,40	8,45	1:349 100
		a	5,2	nicht bekannt	2,41	0,15—8,41	2,30	0,22	2,08	1:357 100
						0,15—16,66	4,84	0,49	4,35	1:341 300
						0,15—24,92	7,46	0,74	6,72	1:331 500
						0,15—33,17	10,23	1,09	9,14	1:324 900
b	5,2	nicht bekannt	2,39	0,15—8,34	2,21	0,11	2,10	1:350 600		
				0,15—16,52	4,55	0,17	4,38	1:336 000		
				0,15—24,70	7,00	0,25	6,75	1:327 000		
				0,15—32,88	9,51	0,33	9,18	1:320 500		
Reihe II No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	a	3,7	nicht bekannt	2,48	0,16—8,35	1,70	0,17	1,53	1:482 200
						0,16—16,53	3,54	0,32	3,22	1:458 000
						0,16—24,72	5,41	0,48	4,93	1:448 800
						0,16—32,91	7,31	0,65	6,66	1:443 000
		b	3,7	nicht bekannt	2,48	0,16—8,25	1,48	0,02	1,46	1:498 400
						0,16—16,34	3,12	0,03	3,09	1:471 000
						0,16—24,43	4,90	0,15	4,75	1:459 600
						0,16—32,52	6,71	0,28	6,43	1:452 700
		a	5,6	nicht bekannt	2,43	0,16—8,43	1,99	0,16	1,83	1:407 100
						0,16—16,70	4,29	0,49	3,80	1:392 100
						0,16—24,97	6,66	0,85	5,81	1:384 700
						0,16—33,25	8,88	1,03	7,85	1:379 700
b	5,6	nicht bekannt	2,42	0,16—41,52	11,20	1,26	9,94	1:374 800		
				0,16—8,22	1,87	0,10	1,77	1:409 800		
				0,16—16,28	3,76	0,12	3,64	1:398 500		
				0,16—24,35	5,72	0,16	5,56	1:391 500		
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine, 3,0 Maschinengrobschotter	a	3,5	nicht bekannt	2,46	0,16—8,29	1,71	0,11	1,60	1:457 600
						0,16—16,43	3,66	0,22	3,44	1:425 900
						0,16—24,56	5,62	0,31	5,31	1:413 800
						0,16—32,70	7,62	0,42	7,20	1:407 000
		b	3,5	nicht bekannt	2,48	0,16—40,83	9,68	0,56	9,12	1:401 600
						0,16—8,32	1,58	0,09	1,49	1:492 900
						0,16—16,48	3,48	0,11	3,37	1:435 800
						0,16—24,64	5,37	0,12	5,25	1:419 700
		a	4,55	nicht bekannt	2,46	0,16—32,80	7,27	0,13	7,14	1:411 400
						0,16—40,96	9,19	0,15	9,04	1:406 200
						0,16—8,40	1,93	0,23	1,70	1:436 200
						0,16—16,64	3,98	0,39	3,59	1:413 100
b	4,55	nicht bekannt	2,45	0,16—24,88	6,06	0,57	5,49	1:405 200		
				0,16—33,12	8,26	0,83	7,43	1:399 200		
				0,16—41,36	10,46	1,03	9,43	1:393 200		
				0,16—8,34	1,90	0,25	1,65	1:445 900		
a	4,55	nicht bekannt	2,45	0,16—16,52	3,97	0,42	3,55	1:414 500		
				0,16—24,70	6,10	0,59	5,51	1:400 600		
				0,16—32,88	8,35	0,87	7,48	1:393 400		
				0,16—41,07	10,64	1,19	9,45	1:389 400		

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $\frac{1}{1200}$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe IV No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Handschlaggrobschotter	a	3,5	nicht bekannt	2,48	0,16—8,39	1,78	0,18	1,60	1:462 600
						0,16—16,61	3,79	0,42	3,37	1:439 000
						0,16—24,84	5,86	0,68	5,18	1:419 800
						0,16—33,07	7,90	0,85	7,05	1:413 700
						0,16—41,29	9,96	1,02	8,94	1:471 800
		b	3,5	2,47	0,16—8,24	1,62	0,08	1,54	1:442 800	
					0,16—16,31	3,42	0,14	3,28	1:429 800	
					0,16—24,39	5,29	0,22	5,07	1:421 100	
					0,16—32,47	7,24	0,34	6,90	1:414 600	
					0,16—40,55	9,27	0,51	8,76	1:408 800	
a	5,4	nicht bekannt	2,43	0,16—8,43	2,02	0,20	1,82	1:399 600		
				0,16—16,70	4,17	0,44	3,73	1:382 400		
				0,16—24,98	6,45	0,61	5,84	1:373 100		
				0,16—33,25	8,83	0,85	7,98	1:367 100		
				0,16—41,53	11,26	1,12	10,14	1:377 400		
b	5,4	2,41	0,16—8,34	1,99	0,04	1,95	1:364 300			
			0,16—16,52	4,18	0,14	4,04	1:356 700			
			0,16—24,70	6,48	0,29	6,19	1:349 600			
			0,16—32,88	8,88	0,46	8,42	1:343 900			
			0,16—41,06	11,43	0,73	10,70	1:437 200			
Reihe V No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	a	3,5	nicht bekannt	2,47	0,16—8,32	1,79	0,11	1,68	1:415 000
						0,16—16,48	3,75	0,21	3,54	1:402 100
						0,16—24,64	5,77	0,29	5,48	1:393 800
						0,17—32,80	7,89	0,43	7,46	1:387 400
						0,16—40,96	10,02	0,54	9,48	1:420 000
		b	3,5	2,47	0,16—8,42	1,88	0,11	1,77	1:409 600	
					0,16—16,68	3,86	0,23	3,63	1:402 600	
					0,16—24,94	5,88	0,34	5,54	1:397 000	
					0,16—33,20	7,92	0,43	7,49	1:390 400	
					0,16—41,46	10,13	0,61	9,52	1:405 900	
Reihe VI No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	a	5,4	nicht bekannt	2,42	0,15—8,27	1,87	0,07	1,80	1:384 600
						0,15—16,39	3,97	0,17	3,80	1:373 900
						0,15—24,50	6,14	0,28	5,86	1:364 800
						0,15—32,62	8,46	0,45	8,01	1:357 400
						0,15—40,74	10,84	0,62	10,22	1:387 300
		b	5,4	2,41	0,15—8,42	2,04	0,12	1,92	1:367 000	
					0,15—16,68	4,29	0,24	4,05	1:356 700	
					0,15—24,94	6,67	0,42	6,25	1:348 400	
					0,15—33,20	9,12	0,59	8,53	1:341 800	
					0,15—41,46	11,70	0,83	10,87	1:371 100	
Reihe IX a No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	a	4,4	nicht bekannt	2,43	0,15—8,40	2,07	0,07	2,00	1:354 100
						0,15—16,64	4,35	0,16	4,19	1:341 800
						0,15—24,88	6,81	0,30	6,51	1:333 300
						0,15—33,12	9,37	0,47	8,90	1:327 500
						0,15—41,36	11,94	0,62	11,32	1:375 400
		b	4,4	2,45	0,16—8,34	2,08	0,12	1,96	1:352 200	
					0,16—16,53	4,40	0,22	4,18	1:341 400	
					0,16—24,72	6,88	0,41	6,47	1:333 600	
					0,16—32,91	9,41	0,58	8,83	1:327 000	
					0,16—41,10	12,11	0,85	11,26	1:462 700	
Reihe IX b No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	a	4,8	nicht bekannt	2,46	0,16—8,33	1,72	0,13	1,59	1:438 900
						0,16—16,49	3,58	0,23	3,35	1:429 200
						0,16—24,66	5,45	0,31	5,14	1:422 100
						0,16—32,83	7,39	0,42	6,97	1:415 500
						0,16—41,00	9,38	0,53	8,85	1:360 700
		b	3,0	2,45	0,16—8,34	2,35	0,31	2,04	1:344 100	
					0,16—16,53	4,89	0,61	4,28	1:334 300	
					0,16—24,72	7,33	0,72	6,61	1:327 000	
					0,16—32,91	9,90	0,89	9,01	1:363 700	
					0,16—41,10	12,47	1,16	11,11	1:343 600	
b	3,0	2,46	0,16—8,44	2,12	0,07	2,05	1:333 400			
			0,16—16,72	4,54	0,20	4,34	1:323 500			
			0,16—25,00	7,03	0,32	6,71				
			0,16—33,28	9,67	0,48	9,19				

2. „Maschinenbeton 1:4:8.“

Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	a	3,0	nicht bekannt	2,45	0,16—8,34	2,35	0,31	2,04	1:360 700
						0,16—16,53	4,89	0,61	4,28	1:344 100
						0,16—24,72	7,33	0,72	6,61	1:334 300
						0,16—32,91	9,90	0,89	9,01	1:327 000
						0,16—41,10	12,47	1,16	11,11	1:363 700
		b	3,0	2,46	0,16—8,44	2,12	0,07	2,05	1:343 600	
					0,16—16,72	4,54	0,20	4,34	1:333 400	
					0,16—25,00	7,03	0,32	6,71	1:323 500	
					0,16—33,28	9,67	0,48	9,19		

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $\frac{1}{1200}$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	a	5,0	nicht bekannt	2,39	0,15— 8,34	2,64	0,23	2,41	1 : 305 900
						0,15—16,52	5,59	0,51	5,08	1 : 290 100
						0,15—24,70	8,91	1,05	7,86	1 : 281 100
						0,15—32,88	12,33	1,55	10,78	1 : 273 300
		b	5,0		2,41	0,16— 8,45	2,48	0,12	2,36	1 : 316 000
									0,16—16,74	5,38
						0,16—25,04	8,35	0,65	7,70	1 : 290 700
						0,16—33,33	11,45	0,94	10,51	1 : 283 900
Reihe II No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	a	3,5	nicht bekannt	2,48	0,16— 8,35	1,75	0,10	1,65	1 : 446 500
						0,16—16,55	3,68	0,20	3,48	1 : 423 700
						0,16—24,74	5,65	0,33	5,32	1 : 415 600
						0,16—32,94	7,65	0,47	7,18	1 : 410 700
		b	3,5		2,48	0,16— 8,33	1,86	0,17	1,69	1 : 435 400
									0,16—16,51	3,84
						0,16—24,68	5,83	0,49	5,34	1 : 413 600
						0,16—32,86	7,80	0,58	7,22	1 : 408 000
		a	5,4	nicht bekannt	2,41	0,15— 8,37	2,09	0,12	1,97	1 : 376 100
									0,15—16,59	4,48
						0,15—24,82	6,88	0,48	6,40	1 : 347 400
						0,15—33,04	9,43	0,77	8,66	1 : 342 300
		b	5,4		2,39	0,15— 8,25	2,06	0,07	1,99	1 : 366 500
									0,15—16,35	4,29
						0,15—24,45	6,52	0,18	6,34	1 : 344 900
						0,15—32,54	8,93	0,37	8,56	1 : 340 700
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	a	3,3	nicht bekannt	2,48	0,16— 8,44	1,97	0,26	1,71	1 : 435 300
						0,16—16,72	4,06	0,40	3,66	1 : 406 800
						0,16—25,00	6,25	0,61	5,64	1 : 396 000
						0,16—33,28	8,58	0,89	7,69	1 : 387 200
		b	3,3		2,47	0,16— 8,39	1,87	0,15	1,72	1 : 430 800
									0,16—16,61	3,94
						0,16—24,84	6,19	0,52	5,67	1 : 391 900
						0,16—33,07	8,39	0,66	7,73	1 : 383 300
		a	4,6	nicht bekannt	2,45	0,16— 8,38	2,04	0,18	1,86	1 : 398 100
									0,16—16,61	4,28
						0,16—24,84	6,61	0,59	6,02	1 : 369 300
						0,16—33,06	9,06	0,85	8,21	1 : 361 000
		b	4,6		2,43	0,16— 8,32	2,03	0,09	1,94	1 : 377 900
									0,16—16,48	4,34
						0,16—24,64	6,75	0,37	6,38	1 : 344 700
						0,16—32,80	9,36	0,65	8,71	1 : 336 700
Reihe IV No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Handschlag- grobschotter	a	3,3	nicht bekannt	2,46	0,16— 8,33	1,87	0,16	1,71	1 : 429 700
						0,16—16,49	3,91	0,32	3,59	1 : 409 100
						0,16—24,66	6,21	0,72	5,49	1 : 401 400
						0,16—32,83	8,43	0,96	7,47	1 : 393 400
		b	3,3		2,48	0,16— 8,35	1,94	0,18	1,76	1 : 418 900
									0,16—16,55	4,03
						0,16—24,74	6,25	0,50	5,75	1 : 384 800
						0,16—32,93	8,50	0,68	7,82	1 : 377 200
		a	5,2	nicht bekannt	2,39	0,15— 8,38	2,29	0,08	2,21	1 : 335 000
									0,15—16,61	4,84
						0,15—24,84	7,60	0,39	7,21	1 : 308 100
						0,15—33,06	10,65	0,76	9,89	1 : 299 400
		b	5,2		2,39	0,15— 8,35	2,42	0,15	2,27	1 : 325 700
									0,15—16,54	5,10
						0,15—24,74	8,02	0,63	7,39	1 : 300 000
						0,15—32,93	11,17	1,07	10,10	1 : 292 600
Reihe V No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	a	3,3	nicht bekannt	2,46	0,16— 8,42	2,02	0,21	1,81	1 : 411 000
						0,16—16,69	4,18	0,34	3,84	1 : 387 700
						0,16—24,96	6,48	0,53	5,95	1 : 375 400
						0,16—33,23	8,83	0,74	8,09	1 : 368 200
		b	3,3		2,44	0,16— 8,32	1,92	0,11	1,81	1 : 405 800
									0,16—16,48	4,02
						0,16—24,64	6,19	0,33	5,86	1 : 376 000
						0,16—32,80	8,53	0,50	8,03	1 : 365 900
Reihe VI No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	a	5,2	nicht bekannt	2,39	0,15— 8,31	2,30	0,14	2,16	1 : 339 800
						0,15—16,46	4,90	0,39	4,51	1 : 325 300
						0,15—24,62	7,68	0,72	6,96	1 : 316 200
						0,15—32,77	10,67	1,15	9,52	1 : 308 200
		b	5,2		2,40	0,15— 8,34	2,17	0,12	2,05	1 : 359 600
									0,15—16,53	4,54
						0,15—24,72	7,07	0,38	6,69	1 : 330 600
						0,15—32,91	9,77	0,62	9,15	1 : 322 300

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $\frac{1}{1200}$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federation der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe IX a No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	a	4,4	nicht bekannt	2,42	0,16— 8,43	2,42	0,18	2,24	1 : 332 100
						0,16—16,70	5,11	0,40	4,71	1 : 315 800
						0,16—24,97	7,96	0,71	7,25	1 : 307 800
		b	4,4	2,41	0,16—33,25	11,06	1,15	9,91	1 : 300 300	
					0,16— 8,32	2,36	0,12	2,24	1 : 327 900	
					0,16—16,48	4,95	0,27	4,68	1 : 313 800	
Reihe IX b No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	a	4,8	nicht bekannt	2,43	0,16—24,64	7,66	0,45	7,21	1 : 305 600
						0,16—32,80	10,63	0,76	9,87	1 : 297 600
						0,16— 8,32	1,97	0,09	1,88	1 : 390 800
		b	4,8	2,43	0,16—16,49	4,12	0,19	3,93	1 : 374 200	
					0,16—24,66	6,37	0,29	6,08	1 : 362 900	
					0,16—32,83	8,75	0,44	8,31	1 : 354 000	
						0,16— 8,36	1,99	0,12	1,87	1 : 394 700
						0,16—16,56	4,17	0,22	3,95	1 : 373 700
						0,16—24,76	6,45	0,39	6,06	1 : 365 300
						0,16—32,96	8,86	0,64	8,22	1 : 359 100

F. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckfestigkeit.

Cement von Stettin.

1. „Maschinenbeton 1:2 $\frac{1}{2}$:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Druckfestigkeit in kg/qcm			
				nach 28 Tagen		nach 100 Tagen	
				Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	3,3	3	2,41	229	2,42	325
				2,43	220	2,42	317
				2,42	224,5	2,42	321,0
		5,2	*)	2,40	164	2,40	251
				2,39	162	2,39	237
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	3,5	3	2,45	266	2,44	354
				2,44	270	2,44	343
				2,44	268,0	2,44	348,5
		4,55	2	2,43	213	2,42	283
				2,42	217	2,42	285
				2,42	215,0	2,42	284,0

2. „Maschinenbeton 1:4:8.“

Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	3,0	3	2,43	178	2,41	231
				2,43	173	2,41	237
				2,43	175,5	2,41	234,0
		5,0	*)	2,39	93	2,38	143
				2,39	86	2,39	144
				2,39	89,5	2,39	143,5
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	3,3	3	2,44	195	2,44	265
				2,44	189	2,42	248
				2,44	192,0	2,43	256,5
		4,6	2	2,41	121	2,40	175
				2,39	121	2,40	167
				2,40	121,0	2,40	171,0

*) Nach Angabe wurde beim „plastischen“ Beton die Betonmasse während des allmählichen Einfüllens in die Form fortgesetzt gestampft.

G. Untersuchung der Betonkörper von Biebrich auf Druckelastizität.

a) Cement von Stettin.

1. „Maschinenbeton 1:2 $\frac{1}{2}$:5.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $\frac{1}{1200}$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung			
							gesamte	bleibende	federnde				
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	a	3,3	nicht bekannt	2,43	0,16— 8,38	2,31	0,16	2,15	1 : 343 700			
						0,16—16,60	4,85	0,30	4,55	1 : 324 800			
						0,16—24,82	7,43	0,43	7,00	1 : 316 700			
						0,16—33,04	10,15	0,58	9,57	1 : 308 800			
						0,16—41,26	13,07	0,79	12,28	1 : 300 900			
						0,15— 8,38	2,18	0,11	2,07	1 : 357 800			
		b	3,3	2,42	0,15—16,60	4,69	0,26	4,43	1 : 334 200				
					0,15—24,82	7,24	0,40	6,84	1 : 324 600				
					0,15—33,04	10,01	0,66	9,35	1 : 316 600				
					0,15—41,26	12,95	1,00	11,95	1 : 309 600				
					a	5,2	nicht bekannt	2,37	0,15— 8,41	2,50	0,14	2,36	1 : 315 500
									0,15—16,67	5,18	0,32	4,86	1 : 306 400
0,15—24,94	8,00	0,49	7,51	1 : 297 500									
0,15—33,20	11,06	0,79	10,27	1 : 290 100									
0,15—41,46	14,34	1,21	13,13	1 : 283 600									
0,15— 8,41	2,41	0,15	2,26	1 : 329 200									
b	5,2	2,39	0,15—16,66	5,04	0,28	4,76	1 : 312 400						
			0,15—24,92	7,67	0,37	7,30	1 : 305 600						
			0,15—33,17	10,57	0,66	9,91	1 : 300 100						
			0,15—41,42	13,50	0,90	12,60	1 : 295 000						
			a	3,5	nicht bekannt	2,45	0,16— 8,32	1,86	0,16	1,70	1 : 431 900		
							0,16—16,48	3,90	0,34	3,56	1 : 412 500		
0,16—24,64	6,05	0,60					5,45	1 : 404 100					
0,16—32,80	8,25	0,81					7,44	1 : 394 700					
0,16—40,97	10,43	0,98					9,45	1 : 388 600					
0,16— 8,40	1,88	0,08					1,80	1 : 412 700					
b	3,5	2,46	0,16—16,64	3,89	0,16	3,73	1 : 398 100						
			0,16—24,88	5,97	0,27	5,70	1 : 390 700						
			0,16—33,12	8,23	0,48	7,75	1 : 383 200						
			0,16—41,36	10,55	0,70	9,85	1 : 376 800						
			a	4,55	nicht bekannt	2,44	0,16— 8,43	1,93	0,16	1,77	1 : 420 700		
							0,16—16,71	4,08	0,38	3,70	1 : 402 800		
0,16—24,98	6,36	0,62					5,74	1 : 389 400					
0,16—33,26	8,87	1,07					7,80	1 : 382 100					
0,16—41,53	11,18	1,27					9,91	1 : 375 900					
0,16— 8,42	1,88	0,12					1,76	1 : 422 100					
b	4,55	2,45	0,16—16,68	3,93	0,22	3,71	1 : 400 500						
			0,16—24,94	6,10	0,40	5,70	1 : 391 000						
			0,16—33,20	8,34	0,56	7,78	1 : 382 000						
			0,16—41,46	10,69	0,81	9,88	1 : 376 000						
			a	3,0	nicht bekannt	2,43	0,16— 8,34	2,34	0,22	2,12	1 : 347 000		
							0,16—16,53	4,95	0,40	4,55	1 : 323 500		
0,16—24,72	7,80	0,72					7,08	1 : 312 000					
0,16—32,91	10,74	1,03					9,71	1 : 303 300					
0,16— 8,27	2,16	0,09					2,07	1 : 352 400					
0,16—16,39	4,60	0,20					4,40	1 : 331 800					
b	3,0	2,44	0,16—24,51	7,30	0,43	6,87	1 : 318 800						
			0,16—32,62	10,07	0,66	9,41	1 : 310 300						
			a	5,0	nicht bekannt	2,39	0,15— 8,34	2,87	0,27	2,60	1 : 283 400		
							0,15—16,53	6,27	0,74	5,53	1 : 266 500		
							0,15—24,72	9,73	1,07	8,66	1 : 255 100		
							0,15—32,91	14,07	1,89	12,18	1 : 242 000		
0,15— 8,35	2,73	0,19					2,54	1 : 290 700					
0,15—16,54	5,84	0,44					5,40	1 : 273 300					
b	5,0	2,38	0,15—24,74	9,24	0,82	8,42	1 : 263 000						
			0,15—32,94	13,30	1,56	11,74	1 : 251 500						
			a	3,3	nicht bekannt	2,46	0,16— 8,38	1,87	0,10	1,77	1 : 418 100		
							0,16—16,61	4,07	0,29	3,78	1 : 391 800		
							0,16—24,84	6,49	0,61	5,88	1 : 377 900		
							0,16—33,06	9,05	1,06	7,99	1 : 370 700		
0,16— 8,40	1,89	0,04					1,85	1 : 401 200					
0,16—16,64	4,00	0,09					3,91	1 : 379 600					
b	3,3	2,45	0,16—24,88	6,30	0,22	6,08	1 : 366 200						
			0,16—33,12	8,72	0,42	8,30	1 : 357 700						

2. „Maschinenbeton 1:4:8.“

Bezeichnung	Zusammensetzung	Körper	Wasser- zusatz %	Anzahl der Stampf- schichten	Raum- gewicht	Belastungs- stufen kg/qcm	Zusammendrückung in $1/1200$ cm auf die Meßlänge von 75 cm			Federung der Längen- einheit auf das Kilogramm Pressung
							gesamte	bleibende	federnde	
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	a	4,6	nicht bekannt	2,44	0,16— 8,44	2,09	0,14	1,95	1 : 382 000
						0,16—16,72	4,58	0,42	4,16	1 : 358 100
						0,16—25,00	7,16	0,69	6,47	1 : 345 300
						0,16—33,28	9,98	1,08	8,90	1 : 334 700
	b	4,6	2,43	0,16— 8,39	2,11	0,10	2,01	1 : 368 800		
				0,16—16,62	4,43	0,20	4,23	1 : 350 500		
				0,16—24,86	6,85	0,35	6,50	1 : 342 300		
				0,16—33,09	9,59	0,65	8,94	1 : 331 800		

b) Cement von Dyckerhoff & Söhne.

1. „Maschinenbeton 1:2 $\frac{1}{2}$:5.“

Reihe IX b No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	a	4,6	nicht bekannt	2,49	0,16— 8,37	1,56	0,07	1,49	1 : 495 900
						0,16—16,59	3,38	0,20	3,18	1 : 465 000
						0,16—24,80	5,26	0,36	4,90	1 : 452 600
						0,16—33,01	7,24	0,56	6,68	1 : 442 600
						0,16—41,23	9,29	0,73	8,56	1 : 431 800

2. „Handbeton 1:2 $\frac{1}{2}$:5.“

Reihe VII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	a	3,3	nicht bekannt	2,46	0,16— 8,33	2,51	0,37	2,14	1 : 343 700
						0,16—16,49	5,01	0,63	4,38	1 : 335 700
						0,16—24,66	7,66	0,85	6,81	1 : 323 900
						0,16—32,83	10,34	1,07	9,27	1 : 317 300
		a	4,6	nicht bekannt	2,40	0,15— 8,34	2,34	0,06	2,28	1 : 322 900
						0,15—16,52	4,98	0,23	4,75	1 : 309 800
						0,15—24,70	7,81	0,48	7,33	1 : 301 000
						0,15—32,88	10,80	0,74	10,06	1 : 292 400
		a	5,5	nicht bekannt	2,40	0,15— 8,34	2,41	0,11	2,30	1 : 320 500
						0,15—16,53	5,12	0,25	4,87	1 : 302 700
Reihe VIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	a	3,7	nicht bekannt	2,50	0,16— 8,45	1,73	0,16	1,57	1 : 475 400
						0,16—16,73	3,62	0,27	3,35	1 : 445 300
						0,16—25,02	5,52	0,36	5,16	1 : 433 800
						0,16—33,31	7,45	0,45	7,00	1 : 426 400
						0,16—41,59	9,52	0,64	8,88	1 : 420 100

3. „Handbeton 1:4:8.“

Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	a	3,3	nicht bekannt	2,43	0,16— 8,33	2,04	0,19	1,85	1 : 397 400
						0,16—16,51	4,30	0,30	4,00	1 : 367 800
						0,16—24,68	6,62	0,39	6,23	1 : 354 100
						0,16—32,86	9,09	0,53	8,56	1 : 343 700
Reihe VII No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	a	3,1	nicht bekannt	2,42	0,16— 8,32	2,80	0,38	2,42	1 : 303 200
						0,16—16,48	5,80	0,68	5,12	1 : 286 600
						0,16—24,64	9,43	1,44	7,99	1 : 275 500
		a	4,5	nicht bekannt	2,42	0,16— 8,36	2,61	0,15	2,46	1 : 299 400
						0,16—16,56	5,55	0,28	5,27	1 : 279 500
Reihe VIII No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	a	3,5	nicht bekannt	2,46	0,16— 8,33	1,97	0,07	1,90	1 : 387 400
						0,16—16,49	4,18	0,15	4,03	1 : 365 000
						0,16—24,66	6,45	0,21	6,24	1 : 353 700
						0,16—32,83	8,92	0,34	8,58	1 : 343 000
		a	4,9	nicht bekannt	2,47	0,16— 8,44	2,15	0,30	1,85	1 : 403 600
0,16—16,73	4,62					0,64	3,98	1 : 375 400		
0,16—25,02	7,41					1,19	6,22	1 : 360 400		
0,16—33,30	10,39					1,77	8,62	1 : 346 700		

H. Untersuchung der von Biebrich eingelieferten Mörtelkörper: ¹⁾ Würfel von 10 cm Seite auf Druckfestigkeit, Körper in Achterform auf Zugfestigkeit.

a) Körper mit Cement von Ehingen.

1. Mörtel, ausgesiebt aus „Maschinenbeton 1:2¹/₂:5“.

Bezeichnung	Zusammensetzung des Betons, aus dem der Mörtel stammt	Wasserzusatzz %	Druckfestigkeit in kg/qcm				Zugfestigkeit in kg/qcm		
			nach 28 Tagen		nach 100 Tagen		nach 28 Tagen	nach 100 Tagen	
			Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit			
Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	3,3					36,0	56,0	
			2,35	329	2,35	450	36,0	47,0	
			2,37	369	2,37	446	33,0	44,0	
			2,36	378	2,37	401	31,5	51,5	
			2,36	359	2,36	432	33,9	47,8	
Reihe II No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	3,7					34,0	35,5	
			2,32	378	2,35	433	33,0	31,0	
			2,32	350	2,34	379	35,0	36,0	
			2,32	367	—	—	29,0	33,5	
			2,32	365	2,35	406	30,5	41,5	
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	3,5					33,0	39,0	
			2,33	407	2,31	392	35,0	37,0	
			2,37	447	2,28	360	38,5	42,5	
			2,32	360	2,34	455	45,0	36,5	
			2,34	405	2,31	402	46,0	35,5	
		4,55						30,0	46,0
			2,30	326	2,32	437	32,5	40,0	
			2,30	366	2,30	384	33,0	37,5	
			2,31	334	2,31	428	32,0	33,0	
			2,30	342	2,31	416	32,5	37,5	
Reihe IV No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Handschlaggrobschotter	3,5					33,0	51,5	
			2,37	361	2,37	415	37,0	55,0	
			2,36	364	2,37	355	37,0	45,0	
			2,37	357	2,36	466	30,0	40,0	
			2,37	361	2,37	412	36,5	40,0	
Reihe V No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	3,5					37,5	40,5	
			2,35	397	2,35	549	36,5	34,5	
			2,35	392	2,36	523	30,0	48,0	
			2,35	401	2,33	462	31,5	38,0	
			2,35	397	2,35	511	37,0	49,5	
Reihe IXa No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	4,4					33,0	46,0	
			2,36	328	2,34	434	33,0	41,0	
			2,36	312	2,34	429	25,5	29,0	
			2,36	342	2,35	396	30,5	44,0	
			2,36	327	2,34	420	29,5	35,0	
Reihe IXb No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	4,8					30,0	43,5	
			2,30	298	2,31	388	33,0	48,0	
			2,31	313	2,30	378	26,5	43,0	
			2,30	314	2,30	389	36,0	47,0	
			2,30	308	2,30	385	36,0	51,0	
Reihe VII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	3,4					32,0	45,0	
			2,31	284	2,28	310	28,5	42,5	
			2,30	307	2,30	431	33,0	42,0	
			2,31	294	2,30	323	29,0	45,5	
			2,31	295	2,29	355	32,5	39,0	
Reihe VIII No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinschotter 3,0 Maschinengrobschotter	3,8					31,0	38,0	
			2,25	253	2,25	312	31,5	33,5	
			2,26	261	2,25	336	32,5	38,5	
			2,26	274	2,25	304	29,0	38,5	
			2,26	263	2,25	317	27,0	33,5	

2. Mörtel, ausgesiebt aus „Handbeton 1:2¹/₂:5“.

¹⁾ Vergl. Arbeitsplan S. 7, Zeile 18 von oben.

3. Mörtel, ausgesiebt aus „Maschinenbeton 1:4:8“.

Bezeichnung	Zusammensetzung des Betons, aus dem der Mörtel stammt	Wasser-zusatz %	Druckfestigkeit in kg/qcm				Zugfestigkeit in kg/qcm		
			nach 28 Tagen		nach 100 Tagen		nach 28 Tagen	nach 100 Tagen	
			Raum-gewicht	Festigkeit	Raum-gewicht	Festigkeit			
Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	3,0	2,31	261	2,30	264	23,0	42,0	
			2,29	311	2,32	298	21,5	41,5	
			2,29	267	2,32	213	23,5	37,0	
			2,30	280	2,31	258	23,5	39,0	
						24,0	32,0		
						23,1	38,3		
Reihe II No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	3,5	2,32	230	2,27	199	16,5	30,5	
			2,28	157	2,32	259	26,0	29,5	
			2,28	160	2,31	287	22,0	26,5	
			2,29	182	2,30	248	21,5	25,0	
						19,0	27,5		
						21,0	27,8		
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	3,3	2,27	224	2,31	299	23,5	30,0	
			2,24	180	2,30	232	19,5	30,5	
			2,31	189	2,29	199	20,5	25,5	
			2,27	198	2,30	243	24,0	28,5	
								23,5	35,0
		4,6	2,27	151	2,29	199	23,0	27,5	
			2,29	153	2,31	203	20,0	31,5	
			2,27	160	2,31	198	21,5	39,5	
2,28	155		2,30	200	19,5	29,0			
						23,0	35,0		
						21,4	32,5		
Reihe IV No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Handschlaggrobschotter	3,3	2,32	222	2,31	259	23,0	31,5	
			2,31	208	2,32	258	26,5	42,0	
			2,29	228	2,29	265	24,0	30,0	
			2,31	219	2,31	261	18,0	33,0	
						24,5	46,5		
						23,2	36,6		
Reihe V No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	3,3	2,28	235	2,29	261	23,5	31,5	
			2,30	229	2,29	282	26,0	33,5	
			3,31	246	2,30	257	26,0	30,5	
			2,30	237	2,29	267	23,5	31,0	
						21,0	31,5		
						24,0	31,6		
Reihe IX a No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	4,4	2,29	169	2,31	212	25,0	30,5	
			2,30	177	2,30	209	23,5	35,0	
			2,29	175	2,30	213	20,5	37,0	
			2,29	174	2,30	211	21,0	37,5	
						23,5	36,5		
						22,7	35,3		
Reihe IX b No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	4,8	2,25	165	2,22	202	21,5	40,0	
			2,25	150	2,23	196	24,0	29,0	
			2,25	149	2,23	194	25,5	32,0	
			2,25	155	2,23	197	20,0	33,0	
						23,0	38,5		
						22,8	34,5		

4. Mörtel, ausgesiebt aus „Handbeton 1:4:8“.

Reihe VII No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	3,2	2,26	217	2,26	279	25,0	35,5
			2,29	221	2,27	296	18,5	38,5
			2,29	216	2,25	292	22,0	35,0
			2,28	218	2,26	289	27,5	30,0
						26,0	37,0	
						23,8	35,2	
Reihe VIII No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinschotter 4,8 Maschinengrobschotter	3,6	2,25	159	2,21	230	25,0	39,5
			2,25	171	2,21	217	19,0	38,0
			2,25	166	2,21	227	20,0	39,5
			2,25	165	2,21	225	21,5	39,0
						20,0	40,5	
						21,1	39,3	

b) Körper mit Cement von Stettin.

1. Mörtel, ausgesiebt aus „Maschinenbeton 1:2¹/₂:5“.

Reihe I No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Grobkiessteine	3,3	2,31	294	2,32	332	33,5	34,0
			2,29	216	2,25	292	28,0	37,0
			2,28	218	2,26	289	30,8	35,5
			2,28	218	2,26	289	31,0	33,5
						28,5	40,5	
						29,8	37,0	
Reihe III No. 1	1 Cement 2,5 Sand 2,25 Feinkiessteine 3,0 Maschinengrobschotter	3,5	2,34	241	2,34	387	21,0	40,0
			2,34	241	2,34	387	25,5	31,0
		4,55	2,33	180	2,27	267	23,3	35,5

2. Mörtel, ausgesiebt aus „Maschinenbeton 1:4:8“.

Bezeichnung	Zusammensetzung des Betons, aus dem der Mörtel stammt	Wasserzusatzz %	Druckfestigkeit in kg/qcm				Zugfestigkeit in kg/qcm	
			nach 28 Tagen		nach 100 Tagen		nach 28 Tagen	nach 100 Tagen
			Raumgewicht	Festigkeit	Raumgewicht	Festigkeit		
Reihe I No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Grobkiessteine	3,0	2,34	114	2,28	193	22,5	31,0
							23,5	43,0
							23,0	37,0
Reihe III No. 2	1 Cement 4 Sand 3,6 Feinkiessteine 4,8 Maschinengrobschotter	3,3	2,32	110	2,26	193	14,9	34,5
							17,2	32,5
		4,6	2,24	99	2,19	146	16,1	33,5
							13,5	34,5
						16,8	25,5	
							15,2	30,0

IV. Ansichtsäusserungen.

1. Ansichtsäußerung von Herrn Hoch-Ehingen.

(Hierzu Tafel 1—4.)

Bei der Beratung der Vorschriften über die Verarbeitung und Prüfung von Stampfbeton in der am 30. Mai 1901 im Hotel Kaiserhof zu Berlin stattgehabten Kommissionssitzung des Betonvereins wurde sowohl von dem Vorsitzenden, als auch einem Teil der Kommissionsmitglieder der Antrag gestellt, den Stampfbeton dadurch zu kennzeichnen, daß unter Stampfbeton zu verstehen sei „ein Gemenge von Cement, Sand, Kies oder Steinschotter, das entweder von Hand oder mit der Maschine gemischt werden soll, nur so viel Anmachwasser erhält, daß es sich nach tüchtigem Durcharbeiten gerade mit der Hand noch ballen läßt, in Schichten von 15 bis 20 cm Dicke in die Baugrube oder Verschalung eingebracht wird und sodann mit einem eisernen Stampfer eine bestimmte Anzahl Stampfstöße erhält.“

Dieser Antrag fand aber keine allgemeine Annahme, indem ein Teil der Kommissionsmitglieder demselben nicht zustimmte mit der Begründung, es dürfe für einen derartigen Stampfbeton, sogenannten „erdfeuchten Beton“ kein Monopol geschaffen werden; ein „plastischer Beton“, dessen Gemenge in der Regel mit 50 % mehr Wasser angemacht und in doppelt starken Schichten und nur mit zwei Drittel der Stampfstöße des erdfeuchten Betons eingebracht wird, sei ebenfalls noch stampffähiger Beton, der dem erdfeuchten nicht nachstehe, sondern diesen in manchen Fällen sogar übertreffe und daher unter dem Namen „plastischer Stampfbeton“ präzisiert und in die Betonnormen aufgenommen werden soll.

Um nun in die verschiedenen Ansichten bezüglich der Verarbeitung des Betons mehr Klarheit zu bringen und um zu erfahren, ob es besser sei, den erdfeucht, plastisch oder gar naß zubereiteten sogenannten weichen Beton zur Einführung zu empfehlen, eventuell ob bei den in Aussicht stehenden noch zu schaffenden Betonnormen alle diese drei Betonarten Berücksichtigung finden sollen, wurde von Herrn Baudirektor v. Bach der Vorschlag gemacht, eine größere Anzahl Probeversuche über die Festigkeit und Elastizität des erdfeuchten und des plastischen Betons vorzunehmen.

Nachdem die Firma Dyckerhoff & Wiedmann in Biebrich a. Rh. und die Stuttgarter Cementfabrik in Ehingen a. D. sich bereit erklärten, die große Anzahl Versuchskörper unentgeltlich herstellen zu wollen und nachdem die K. Württembergische Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau in dankenswerter Weise die sehr beträchtlichen Kosten der Prüfung, soweit es sich um die 28 und 100 Tage alten Körper handelt, übernommen hatte, wurde ein Arbeitsplan entworfen, und nachdem dieser von den Mitgliedern der Prüfungskommission und der K. Ministerialabteilung für Straßen- und Wasserbau gutgeheißen war, mit Herstellung und Prüfung der Versuchskörper begonnen. Letzteres geschah in der Materialprüfungsanstalt der K. Technischen Hochschule zu Stuttgart.

Im Nachstehenden gestatte ich mir nun, meine Meinung zu äußern über die Frage: „Was ist besser, erdfeucht, plastisch oder naß zubereiteter Beton?“

Die Resultate der zur Lösung dieser Aufgabe angestellten Versuche haben bislang noch keine absolut sicheren Anhaltspunkte dafür gegeben, daß mit aller Bestimmtheit ausgesprochen werden könnte, der erdfeuchte Beton sei dem plastischen oder umgekehrt, der plastische Beton sei dem erdfeuchten so viel überlegen, daß in der Praxis nur eine dieser Methoden anzuwenden und die andere zu verwerfen sei.

Wohl erzielte man bei den Biebricher Versuchskörpern aus erdfeucht zubereitetem Beton höhere Festigkeiten, als mit den Versuchskörpern plastischer Mischung. Dem stehen jedoch die Ehinger Versuchsergebnisse gegenüber, die gerade das Gegenteil beweisen.

Die Gesamtfestigkeiten der Biebricher Würfel betragen:

Erdfeuchte Mischung in 28 Tagen	3665,9 kg
„ „ „ 100 „	3975,6 „
Plastische „ „ 28 „	2870,6 „
„ „ „ 100 „	3377,5 „

Die Festigkeit des erdfeuchten Betons ist daher in 28 Tagen um 21,7%, in rund 100 Tagen nur noch um 15% höher als die Festigkeit des Betons plastischer Mischung.

Die Gesamtfestigkeiten der Ehinger Würfel betragen:

Erdfeuchte Mischung in 28 Tagen	3194,4 kg
„ „ „ 100 „	3719,5 „
Plastische „ „ 28 „	3114,3 „
„ „ „ 100 „	3878,8 „

Die Festigkeit der erdfeuchten Mischung ist daher in 28 Tagen 2,5% höher, in 90 Tagen jedoch um 4,3% geringer als die Festigkeit der Körper plastischer Mischung, während die Festigkeit der Biebricher Würfel erdfeuchter Mischung nach 100 Tagen nur noch insgesamt um 96,8 kg, also um 2,2% höher ist, als die Gesamtfestigkeiten der Ehinger Versuchskörper in plastischer Mischung.

Der erdfeucht zubereitete Beton der Biebricher Mischung übersteigt in seiner Festigkeit auch den in Ehingen erdfeucht zubereiteten und zwar

bei den 28-tägigen Proben um 471,5 kg = 12,8%
 „ „ 100 „ „ „ 256,1 „ = 6,4%.

Der Grund hierfür liegt meines Erachtens in der Stampfweise bei Herstellung der Betonkörper.

In Ehingen wurde streng darauf gesehen, daß beim Einstampfen des Betons nur das Fallgewicht des Eisenstumpfers bei einer Fallhöhe von 25 cm zur Wirkung kam; den Arbeitern war untersagt, die Wirkung des Stumpfers durch Stoß noch zu vergrößern.

In Biebrich scheint dies anders gehandhabt worden zu sein, denn nur durch ein sehr kräftiges Stampfen konnte das Raumgewicht des erdfeucht zubereiteten Betons der Biebricher Würfelkörper durchweg höher gebracht werden, als dasjenige der Ehinger, wie dies tatsächlich der Fall ist. Es mag dabei auch noch eine andere Ursache mitgewirkt haben, die nämlich, daß die Biebricher und Ehinger Arbeiter, welche das Stampfen besorgten, darin eine ungleiche Übung und Fertigkeit hatten. In Biebrich wurde dieses Geschäft von Arbeitern aus dem Cementwarengeschäft ausgeführt, die jahraus jahrein mit Herstellung von Stampfbeton beschäftigt sind, denen das Stampfen zum Handwerk geworden ist. In Ehingen dagegen wurden die Probekörper von Cementarbeitern hergestellt, die noch niemals einen Stampfbeton angefertigt hatten, und welchen daher das Stampfen etwas ganz Neues, Ungewohntes war.

Wenn nun auch zugegeben werden muß, daß die Festigkeit der Biebricher Probekörper aus erdfeuchter Mischung noch eine höhere ist (viel höher ist sie bei den 100-tägigen Proben ja nicht mehr) als die Festigkeit der Ehinger Würfel aus plastischem Beton, so zeigen diese Versuche in anderer Weise, daß der plastische Beton dem erdfeuchten nicht nur ebenbürtig, sondern in manchen Eigenschaften sogar überlegen ist.

In erster Linie zeigt sich dies in der Festigkeitszunahme.

Die Zusammenstellung der Gesamtergebnisse (Summe der Mittelwerte) von Reihe I—VIII No. 1 und 2 geben folgende Festigkeitszahlen:

Tabelle A.

Biebricher Probekörper	erdfeucht kg	plastisch kg
Gesamtfestigkeit nach 28 Tagen	3665,9	2870,6
Festigkeit eines Probewürfels im Mittel	261,8	205,0
Gesamtfestigkeit nach rund 100 Tagen	3975,6	3377,5
Festigkeit eines Probekörpers im Mittel	283,9	241,2
Zunahme von 28 auf 100 Tage	8,4 %	16,4 %

Tabelle B.

Ehinger Probekörper	erdfeucht kg	plastisch kg
Gesamtfestigkeit nach 28 Tagen	3194,4	3114,3
Festigkeit eines Probekörpers im Mittel	228,1	222,3
Gesamtfestigkeit nach 100 Tagen	3719,5	3878,8
Festigkeit eines Probekörpers im Mittel	265,7	277,0
Zunahme von 28 auf 100 Tage	15,8 %	24,4 %

Werden die Mischungen 1:2¹/₂:5 und 1:4:8 getrennt aufgeführt, so entstehen die in der Tabelle C zusammengestellten Mittelwerte.

Tabelle C.

Mischung	Biebrich		Ehingen	
	1:2 ¹ / ₂ :5	1:4:8	1:2 ¹ / ₂ :5	1:4:8
	Nach 28 Tagen		Nach 28 Tagen	
Erdfeucht	293,6	230,1	257,9	198,3
Plastisch	249,4	160,6	260,5	184,3
	Nach rund 100 Tagen		Nach rund 100 Tagen	
Erdfeucht	320,4	247,4	297,8	233,5
Plastisch	286,7	196,4	319,0	234,9

Es besteht daher bei den 100tägigen Prüfungsergebnissen der Probekörper zwischen erdfeucht zubereitetem Beton aus Biebrich und zwischen plastisch zubereitetem aus Ehingen noch eine Differenz und zwar:

nach den Tabellen A und B bei den Mittelwerten der Gesamtfestigkeiten 6,9 kg,

nach der Tabelle C ebenfalls bei den 100tägigen Körpern

bei der Mischung 1:2¹/₂:5 = 1,4 kg

„ „ „ 1:4:8 = 12,5 „

zu Gunsten des erdfeuchten Betons, während die Differenz der zwei höchsten Druckfestigkeitsergebnisse, welche bei Biebrich in erdfeuchter Mischung Reihe II No. 1 374 kg und bei Ehingen in plastischer Mischung Reihe III No. 1 mit 365 kg/qcm nach 100tägiger Erhärtungsdauer erzielt worden sind, demnach zwischen erdfeuchtem und plastischem Beton nur 9 kg_q = 2,1% zu Gunsten des erdfeuchten Betons beträgt.

Diese Differenzen sind so gering, daß auf Grund derselben gewiß nicht beansprucht werden kann, den erdfeuchten Beton als wertvolleres Fabrikat gegenüber dem plastischen hinzustellen. Anders verhält sich dies, wenn die Festigkeitszunahme des plastischen Betons bis zu den Jahresproben im gleichen Verhältnis, wie bei den Proben von 28 auf 100 Tagen fortschreitet, was sehr wahrscheinlich der Fall sein wird.

In diesem Falle müßte der plastische Beton dem erdfeuchten nicht nur gleichgestellt, sondern eher für ein besseres Fabrikat als der letztere erklärt werden.

Aber nicht nur die größere Festigkeitszunahme des plastischen Betons, die, falls die Probekörper statt in feuchtem Sand im Freien gelagert hätten, wo sie Sonne und Regen, Wärme und Frost ausgesetzt gewesen sein würden, wie dies bei den auszuführenden Betonbauten auch tatsächlich geschieht, noch vielmehr zum Ausdruck gekommen wäre, spricht zu Gunsten der Gleichberechtigung des plastischen Betons, sondern namentlich die viel größere Gleichmäßigkeit des plastischen Betons gegenüber derjenigen des Betons erdfeuchter Zubereitung, also die geringere Abweichung der Festigkeitsergebnisse der einzelnen Probekörper unter sich, wovon die graphischen Darstellungen ein klares Bild geben.

Sodann spricht weiter zu Gunsten des plastischen Betons noch der Umstand, daß für ihn nur zwei Drittel des Arbeitsaufwandes vom erdfeuchten Beton erforderlich sind, daß dessen Herstellung kein eigens dazu geschultes Arbeiterpersonal bedingt und daß ein zu trockener Beton, wie ein solcher durch erdfeuchte Aufbereitung bei heißem Wetter ab und zu entsteht und der dann für ein Bauwesen geradezu verhängnisvoll werden kann, niemals vorkommt, dieser Übelstand vielmehr vollständig ausgeschlossen ist.

Daß die Biebricher Probekörper aus plastischem Beton so auffallend geringe Festigkeiten hatten, und weit unter der Festigkeit der Ehinger Proben aus gleichem Beton geblieben sind, hat wohl seinen Grund wesentlich darin, daß die Biebricher Körper nicht wie die Ehinger in zwei Schichten, sondern während des Einfüllens gestampft worden sind und zweifellos weniger Stampfstöße als zwei Drittel des erdfeuchten Betons, also keine 216 Stöße und daher auch eine geringere Dichte als die Ehinger plastischen Betonkörper erhielten.

Nun besteht aber die Tatsache:

„Größere Dichte gibt höhere, geringere Dichte niedere Festigkeit.“

Um die richtige Festigkeit zu erreichen, muß daher die Stampf-Art und -Weise sowohl des erdfeuchten als des plastischen Betons eine geregelte sein. Die Anzahl der Stampfschläge des plastischen sollen mindestens zwei Drittel derjenigen des erdfeuchten Betons betragen.

Ebenso muß auch der Wasserzusatz des plastischen Betons ein eng begrenzter sein. Der Beton darf nicht in einem Grad vernäßt werden, daß er so weich wird, daß, wenn man an den Haufen des fertigen Betons anstößt, dieser in allen Teilen in Bewegung gerät.

Ein solcher Beton ist kein Stampfbeton mehr, erhält weniger Dichte und daher auch eine geringere Festigkeit, wie dies die Reihe III No. 2 der Ehinger Würfelproben sehr deutlich zeigt. Bei dieser Mischung wurde zu viel Wasser genommen. Die nochmalige Ausführung mit weniger Wasser ergab dann statt 157 kg, bezw. 209 kg 236 kg, bezw. 272,7 kg Festigkeit pro qcm in 28 und 100 Tagen.

In noch viel höherem Maße als der größere oder geringere Wasserzusatz beeinflusst die Art der Aufbereitung des Betons die Festigkeit desselben. Maschinenbeton ist dem Handbeton, ob solcher erdfeucht oder plastisch hergestellt wird, stets überlegen, wie dies durch die Versuchsergebnisse evident bewiesen wird.

Handbeton, Reihe VII und VIII No. 1 und 2 verhielten sich zu Maschinenbeton: Reihe I und II No. 1 und 2 wie folgt:

Mischung	Alter 28 Tage			Alter 100 Tage		
	Hand-Beton	Masch.-Beton	Unterschied	Hand-Beton	Masch.-Beton	Unterschied
Biebrich erdfeucht	828,4	1120,5	+ 26,0 %	895,6	1212,0	+ 26,0 %
„ plastisch	742,5	826,0	+ 10,1 „	857,0	1000,0	+ 14,3 „
Ehingen erdfeucht	822,6	910,3	+ 9,6 „	962,6	1029,2	+ 6,4 „
„ plastisch	863,2	845,6	- 2,0 „	1034,2	1085,8	+ 4,7 „

Es geht aus vorstehenden Versuchsergebnissen auch weiter hervor, daß der erdfeuchte Beton nicht nur besser gestampft, sondern auch bei seiner Aufbereitung stärker verarbeitet werden muß, als der plastische Beton, falls er seine hohe Festigkeit erhalten soll. Dies ist aber von Hand nicht leicht möglich, sondern kann nur mittelst Maschinen geschehen, weshalb auch die hohen Festigkeiten dieses Betons nur beim Maschinen- und nicht mit Handbeton erzielt worden sind.

Bezüglich der Auswahl der Materialien für den Beton überzeugen uns die Reihen I und II, daß mit Maschinenschotter höhere Festigkeiten als mit Grobkiessteinen erzielt werden.

Es ergeben:

Mischung	Reihe I No. 1 und 2 28 u. 100 Tage alte Körper. Grobkiessteine	Reihe II No. 1 und 2 28 u. 100 Tage alte Körper. Maschinenschotter	Unterschied
Biebrich erdfeucht	1091,5	1241,0	+ 12 %
„ plastisch	877,5	948,5	+ 4,7 „
Ehingen erdfeucht	925,9	1013,6	+ 8,6 „
„ plastisch	861,3	1069,2	+ 19,4 „

Die Resultate der Elastizitätsversuche liefern den Beweis, daß die Zusammenpressung des Betons in großer Übereinstimmung mit der Druckfestigkeit desselben steht (vergl. die Tafeln 3 und 4). Betonkörper mit hoher Festigkeit pressen sich weniger zusammen als Betonkörper, die geringeren Druck aushalten.

Da nun aber bei der Prüfung sämtliche Probekörper aus gleicher Mischung nur bis zu einer Maximalbelastung von 20000 bezw. 16000 kg geprüft worden sind, so wurde bei dem größten Teil der Versuchskörper die Elastizitätsgrenze noch nicht erreicht und kann daher vorerst noch kein definitiver Schluß gezogen werden, ob erdfeuchter oder plastischer Beton vollkommener ist in Bezug auf Elastizität.

Obwohl die Festigkeitsergebnisse der Untersuchung des erdfeuchten und plastischen Betons erst von 28 und 100 Tagen vorliegen und obgleich die Versuchskörper nur aus einerlei Material, also nur aus Cement der Stuttgarter Cementfabrik Ehingen und nur aus Donausand, Donaukies und Juraschotter angefertigt worden sind, so sind diese Versuchsergebnisse doch heute schon ausschlaggebend für die Beurteilung des in Frage kommenden erdfeuchten und plastischen Betons.

Wenn der Einwand erhoben wird, der Ehinger Cement sei keine Durchschnittsware des gewöhnlichen Handelsementes, so ist dieser Einwand nicht stichhaltig. Fraglicher Cement war, wie dies schon im Arbeitsprogramm ausgedrückt worden ist, eine Durchschnittsware der Cementklinker dieser Fabrik mit etwas feinerer Mahlung als der des Handelsementes, ein Cement, der schon zu Tausenden von Zentnern zu den Brückenbauten in Württemberg und Hohenzollern geliefert worden ist und jederzeit geliefert werden kann.

Wenn dieser Cement eine außergewöhnlich hohe Anfangsfestigkeit besitzt, so hat dies auf die in Frage stehenden Differenzen der Festigkeit des erdfeuchten gegenüber dem plastischen Beton auch nicht den geringsten Einfluß. Es wurden ja die Versuchskörper beider Betonarten in Ehingen wie auch in Biebrich mit ein und demselben Cement und mit den ganz gleichen Beimischungsmaterialien von Sand, Kies und Steingeschläg angefertigt.

Wenn nun auch die Möglichkeit vorliegt, daß sich anderer Sand als Donausand, anderes Kleingeschlag (z. B. Basalt, Granit, Porphy) als Donaukies und Jurakalksteinschotter anders verhalten und auch andere Festigkeiten damit erzielt werden würden, so ist dieser Umstand nicht von so großer Bedeutung, daß er berechtigt wäre, den Wert der Versuche anzuzweifeln oder anzufechten. Die vorliegenden Versuchsergebnisse von Ehingen sind einwandfrei und unanfechtbar; die Versuche wurden genau und pünktlich nach dem Arbeitsplan ausgeführt, sind behördlich geprüft worden und deren Resultate sind ausschlaggebend für die Beurteilung des Zwecks, zu dem sie gemacht worden sind.

Übrigens soll mit diesen Versuchen noch kein Abschluß gemacht sein, sondern sie sollen vielmehr nur den Anfang zu zahlreichen weiteren Prüfungen nicht nur in den Laboratorien, sondern insbesondere zu Versuchen auf den Bau- und Werkplätzen bilden.

Endlich möchte ich zum voraus dem Einwand, der erhoben werden kann, daß die Versuche unter sich zum Teil große Abweichungen aufweisen, entgegenreten; dies wird wohl auch bei Wiederholung dieser Versuche nicht ausbleiben.

Wir finden diese Abweichungen beim erdfeuchten wie bei dem plastischen Beton, bei den Körpern, die in Biebrich, wie bei denen, die in Ehingen hergestellt worden sind. Das liegt in der Natur der Sache; Beton ist eben ein Fabrikat, das bei seiner Herstellung vielen Zufälligkeiten unterworfen ist und bleibt. Je mehr es auf die Geschicklichkeit und Handfertigkeit der Arbeiter ankommt, desto größer werden die Unregelmäßigkeiten des fertigen Fabrikats sein.

Es ist daher sehr fraglich, selbst wenn bewiesen würde und zugestanden werden müßte, daß der erdfeuchte Beton eine dauernd höhere Festigkeit als der plastische Beton besäße, ob es nicht ratsamer sein würde, durch ein fetteres Mischungsverhältnis die Festigkeit des plastischen Betons auf die Höhe des erdfeuchten zu bringen.

Die Mehrkosten für den größeren Cementaufwand würden reichlich gedeckt durch Ersparnis an Arbeitslöhnen, da plastischer Beton nur zwei Drittel der Anzahl Stampfstöße des erdfeuchten Betons nötig hat.

Wenn nun die eingangs erwähnte Frage: „Was ist besser, erdfeucht oder plastisch zubereiteter Beton?“, heute noch nicht endgültig beantwortet werden kann, so haben diese Versuche doch klar bewiesen, daß der plastische Beton bei Aufstellung der Normen für die einheitliche Prüfung, Bereitung und Verarbeitung des Cementbetons berücksichtigt und in die Kategorie des Stampfbetons aufgenommen werden soll.

Die Begriffsbestimmung des Stampfbetons dürfte daher folgenden Wortlaut erhalten:

„Stampfbeton ist ein Gemenge von Cement, Sand, Kies oder Steinschlagschotter und Wasser, das entweder von Hand oder mit der Maschine gemischt und beim Einlegen in die Baugrube eine bestimmte Anzahl Stampfstöße mit dem Normalstößer erhält.“

„Unter erdfeuchtem Stampfbeton versteht man einen Beton, der angemacht so feucht ist, daß er sich mit der Hand noch ballen läßt und der in Schichten von 15–20 cm in die Baugrube eingebracht wird und eine gewisse Anzahl Stampfstöße erhält.“

„Unter plastischem Stampfbeton versteht man einen Beton, der in der Regel 50% mehr Anmachwasser als der erdfeuchte Beton erhält, in Schichten von 20–30 cm Stärke in die Baugrube eingelegt wird und zwei Drittel der Anzahl der Stampfschläge des erdfeuchten Betons erhält.“

Ebensogut als der plastische Beton verdient aber auch der nasse, sogen. „weiche Beton“, daß er in die Normen aufgenommen wird.

Zu verschiedenen Bauzwecken, z. B. für den armierten Beton, ist diese Betonart unentbehrlich und findet daher immer größere Verwendung.

Bezüglich der Beschreibung des Verfahrens zur Feststellung der Normen für Beton werden diejenigen Firmen, welche sich mit der Herstellung des weichen Betons befassen, gewiß gerne bereit sein, Vorschläge zu machen und das nötige Material zu liefern.

Werden einmal Betonnormen aufgestellt, so sollen sie nicht einseitig sein und nur ein Verfahren behandeln. Keine Firma hat das Recht, Anspruch darauf zu machen, daß sie die alleinige richtige Herstellungsweise des Betons habe. Jedes Verfahren hat seine Vor- und Nachteile und jede Betonart kann eine gute sein, wenn sie ihrem Zweck entspricht und durch einen sachverständigen, gewissenhaften und tüchtigen Unternehmer angewendet wird.

Ehingen, im Februar 1903.

Fabrikdirektor Hoch.

2. Ansichtsäußerung von Herrn Eugen Dyckerhoff-Biebrich.

(Hierzu Tafel 5—7.)

Die Verschiedenheit der Ergebnisse der Druckversuche mit den in Biebrich und den in Ehingen angefertigten Probekörpern führe ich in der Hauptsache auf die verschieden hohen Wasserzusätze bei der Betonbereitung zurück; von Einfluß dürfte auch sein die verschiedenartige Bestimmung der Zuschlagsmengen nach Raumgewichten und nur nach Gewichten und die verschiedenartige Zusammensetzung der Fein- und Grobsteine. Dieselben wurden wie folgt gewählt.

1. Die Wasserzusätze zu den verschiedenen Betonarten wurden gegeben:

	erdfeucht	plastisch	stampffähig
in Biebrich	3,0—3,7	5,0—5,7	4,4 —4,8 ‰
„ Ehingen	3,6—4,2	5,5—5,7	4,62—4,85 „

In Ehingen wurde also der erdfeuchte Beton mit verhältnismäßig ziemlich höherem Wasserzusatz angefertigt als in Biebrich. Ich komme hierauf beim Vergleich der erzielten verschiedenen Festigkeiten zurück.

2. Die Zuschlagsmengen wurden folgendermaßen bestimmt:

In Biebrich ist zu den gefertigten Betonkörpern das Ausmaß der Zuschläge nach Volumen genommen worden, wobei aber die einzelnen Mengen nach vorher bestimmten Raumgewichten abgewogen wurden, wie dies seiner Zeit bei der Festsetzung der Mischungsverhältnisse von der Kommission beschlossen wurde.

In Ehingen wurden dagegen die Mengen nach Gewichten bemessen. Dadurch sind daselbst die in den Tabellen nach Raummengen angegebenen Mischungsverhältnisse nicht eingehalten worden, so zwar, daß von Kiessteinen nach Raummaß etwas weniger und von Schotter etwas mehr in Ehingen genommen wurde als in der Tabelle verzeichnet.

3. Die Zusammensetzung der Fein- und Grobsteine war folgende:

Ich habe bei Herstellung der Versuchsprobekörper gefunden, daß die vorgesehenen Zusammensetzungen von Fein- und Grobkiessteinen, sowie von Fein- und Grobschotter im Verhältnis von 1:2 eine nicht gleichmäßig dichte Betonmasse ergab. Will man nun bei Proben möglichst gleichmäßige Resultate erzielen, was bei solchen Versuchen doch stets angestrebt werden muß, so muß die Zusammensetzung der Zuschlagsmaterialien so beschaffen sein, daß ein möglichst dichter Körper erzielt wird. Dies wurde erreicht durch ein Verhältnis von 3:4 Fein- zu Grobsteine. In Biebrich wurde die Zusammensetzung der Steine in diesem Verhältnis vorgenommen. In Ehingen dürfte das Verhältnis 1:2 gewesen sein.

Es wäre nun sehr erwünscht gewesen, wenn die Probekörper auf beiden Plätzen gleichmäßig hergestellt worden wären und es war auch von Herrn Hoch und mir verabredet, daß wir nochmals gemeinsam eine Reihe Versuchskörper herstellen wollten, um alles genau zu bestimmen, wie gearbeitet werden sollte. Wegen meiner damaligen wiederholten Erkrankung konnte ich aber die Versuchsproben erst später anfertigen und als ich Herrn Hoch das Resultat derselben mitteilte, hatte derselbe seine Probekörper schon fast alle hergestellt, ich wollte aber möglichst programm- und verabredungsgemäß die Betonkörper anfertigen und so liegt eine kleine Verschiedenheit vor.

Festigkeitsergebnis der Probekörper.

Wie aus den Tabellen ersichtlich, sind die Resultate der Druckproben der auf den beiderlei Plätzen hergestellten Probekörper sehr von einander abweichend.

Während die Druckproben mit den dreierlei Betonarten von Biebrich ergeben haben, daß die erdfeuchten mit der Maschine gemischten Beton eine ziemlich höhere Festigkeit erreichten als die stampffähigen und noch mehr als die plastischen Beton, so ergaben die Proben von in Ehingen gefertigten Körpern, daß die stampffähigen mit der Maschine gemischten Beton eine höhere Festigkeit besaßen als die erdfeuchten, während die plastischen Beton teils etwas höhere, teils etwas niedrigere Festigkeiten ergaben als die erdfeuchten Beton.

Ferner wurde gefunden,

daß die in Biebrich mit der Maschinenmischung gefertigten erdfeuchten Beton eine ziemlich höhere Festigkeit besaßen als die in Ehingen hergestellten, während die stampffähigen und plastischen Beton von Ehingen etwas höhere Festigkeiten ergaben als die Biebricher. Daraus schließe ich, daß der Wasserzusatz in Ehingen zu dem erdfeuchten Beton ein zu großer gewesen ist, wie dies auch aus früher aufgegebenen Wasserzuschlägen hervorgeht. Da der mit dem Ehinger schleimigen Grubenkies hergestellte erdfeuchte Beton bei 0,3 ‰ höherem Wassergehalt schon beim Einstampfen der zweiten Schichte in den geschlossenen festen Formen unter dem Stampfer ausweicht, also nicht mehr genügend gestampft werden kann, so dürften die so verschiedenen Druckresultate zwischen Biebricher und Ehinger erdfeuchtem Beton aus zu hohem Wasserzusatz in Ehingen hervorgehen. Zum Teil mag auch der größere Zusatz von Grobsteinen in Ehingen als in Biebrich die Ursache der übrigen verschiedenen Resultate sein.

Die Resultate der Proben mit erdfeuchtem Beton mit 2 und 3 Stampfschichten ergaben, daß wesentliche Festigkeitsunterschiede durch die zweierlei Stampfschichtenhöhen nicht vorhanden sind. Daraus darf mit Recht gefolgert werden, daß es von keinem nennenswerten Einfluß auf die erzielten Druckfestigkeiten sein kann, daß die stampffähigen Beton in Ehingen mit 3, in Biebrich mit 2 Stampfschichten hergestellt wurden.

Auffallend ist, daß fast sämtliche Betonarten mit Handmischung in Ehingen hergestellt größere Festigkeit ergaben als die Biebricher, auch die erdfeuchten Beton; doch ist auch bei ihnen das gleiche Ergebnis, wie bei dem Maschinenbeton, daß in Ehingen die erdfeuchten Beton geringere Festigkeiten zeigten als die stampffähigen und plastischen, während die Biebricher erdfeuchten Beton höhere Festigkeiten ergaben, wenn auch nicht so bedeutend, als die plastischen.

Der Schluß, den ich aus den Ergebnissen dieser Versuche ziehe, ist folgender:

Die Versuche sind lehrreich und wertvoll, sie können aber nicht abschließend sein für die Frage, welche Betonarten jeweils am vorteilhaftesten für Betonarbeiten angewandt werden und zwar aus mehrfachen Gründen.

1. Die Resultate der auf den zweierlei Plätzen gefertigten Proben sind zu widersprechend, es muß durch weitere Versuche Klarstellung gesucht werden.

2. Der zur Verwendung gekommene Cement ist ein besonders fein gemahlener Cement, welcher um ca. 20—25% größere Festigkeit ergibt als die guten Cemente, wie sie sonst zu Betonbauwerken allgemein verwandt werden. Die Feinheit des Mahlkornes hat wesentlichen Einfluß auf die Mörtelbeschaffenheit und hat andere Einwirkung auf die Verarbeitung des Betons und dessen Beschaffenheit als ein gröber gemahlener Cement.

3. Der verwendete Grubensand ist ein schleimiger Kalksand, welcher gegenüber einem reinen Flußsand, wie der Neckar-, Rhein- oder ähnliche Flußsande den Vorteil hat, daß er sich besser plastisch verarbeitet und verhütet, daß bei größerem Wasserzusatz Wasser ausscheidet, welches den Cement aus dem um die Steine gelagerten Mörtel auswäscht, was bei genannten reinen Flußsanden meistens geschieht.

Diese drei Gründe sprechen alle, ja jeder schon allein für sich so entschieden dafür, daß unbedingt weitere Versuche ausgeführt werden sollten, da ohne diese kein richtiges Urteil gebildet werden kann.

Ich füge in den Tafeln 5—7 die graphischen Darstellungen der gefundenen Druckresultate nach Mischungen und Betonarten der von den beiden Anfertigungsstellen gelieferten Probekörper jeweils zusammen aufgezeichnet bei, in welche die Resultate der Biebricher Probekörper schwarz, der Ehinger rot gezeichnet sind, denen ich noch die Resultate der gleichfalls gedrückten Probekörper mit Stettiner Cement, aber mit gleichen Zuschlagsmaterialien, mit grünen Strichen hinzugefügt habe. Dieser Stettiner Cement ist aus unserer Cementwarenfabrik bei Dresden entnommen und entspricht in Qualität allen von uns zur Fabrikation und zu Betonarbeiten verwendeten Ia. Cementen. Es sind außerdem die Durchschnittsresultate der mit den verschiedenen Zuschlagsmaterialien in den verschiedenen Mischungsverhältnissen, aber getrennt für Maschinen- und Handbeton gemachten Proben graphisch dargestellt.

Nach dem Normenprüfungsverfahren hergestellte Probekörper ergaben folgende Festigkeiten: Ehinger Cement, wie solcher zu den Probekörpern verarbeitet wurde

Zugfestigkeit nach 7 Tagen 21,5 kg nach 28 Tagen 26,4 kg

Druckfestigkeit „ 7 „ 168,0 „ „ 28 „ 297,0 „

Die Siebprobe ergab: 1,9% Rückstand auf dem 900 Maschensieb

18,0% „ „ „ 5000 „

Stettiner Cement, wie solcher zu einem Teil der Probekörper verarbeitet wurde

Zugfestigkeit nach 7 Tagen 18,5 kg nach 28 Tagen 22,8 kg

Druckfestigkeit „ 7 „ 168,2 „ „ 28 „ 230,4 „

Die Siebprobe ergab: 4,0% Rückstand auf dem 900 Maschensieb

22,5% „ „ „ 5000 „

Ein Faß Ehinger Cement, 1902 aus dem Handel entnommen, lieferte folgende Ergebnisse:

Zugfestigkeit nach 7 Tagen 17,1 kg nach 28 Tagen 21,8 kg

Druckfestigkeit „ 7 „ 165,2 „ „ 28 „ 241,2 „

Die Siebprobe ergab: 4,7% Rückstand auf dem 900 Maschensieb

26,0% „ „ „ 5000 „

Aus diesen Ergebnissen der Proben nach dem Normenprüfungsverfahren ist zu ersehen, daß der zu den Probekörpern verwendete Ehinger Cement ein besonders fein gemahlener Ia. Cement ist, der höhere Festigkeiten ergibt als ein Ia. Cement, wie er gewöhnlich zu Betonarbeiten ohne besondere

Bestellung geliefert wird, und da solcher andere Eigenschaften besitzt als normaler Ia. Portland-Cement, so können die mit solchem Cement angestellten Versuche nicht abschließend sein für die Festsetzung von Normenbestimmungen.

Ich enthalte mich daher vorerst jeder weiteren Äußerung, da die vielseitigen Versuche, die ich früher mit anderen Zuschlagsmaterialien gemacht habe, andere Verhältnisse zwischen erdfeuchtem und plastischem Beton ergeben haben und hoffe, daß baldigst weitere Versuche vorgenommen werden. Erst wenn die Resultate weiterer Versuche vorliegen, kann nach meiner Ansicht ein allgemein richtiges Urteil gebildet werden.

Biebrich a. Rh., den 18. März 1903.

Eugen Dyckerhoff.

3. Ansichtsäußerung von Herrn Baurat P. Braun.

(Hierzu Tafel 8—11.)

In der Sitzung der erweiterten Kommission des Deutschen Betonvereins am 31. Mai 1901 in Berlin habe ich — nachdem auf meine Anregung festgestellt worden ist, daß erdfeuchter Mörtel nur so viel Wasserzusatz haben soll, daß er anfängt, sich ballen zu lassen — meine Bedenken gegen den Entwurf der Vorschriften dahin ausgesprochen, daß die große Gefahr der Austrocknung des erdfeuchten Betons auf dem Bauplatze und dadurch des Verlustes der Bindefähigkeit vorliege, daß die Güte des Betons in außerordentlicher Weise ja fast nur allein von der Intelligenz und Zuverlässigkeit der Arbeiter abhängt, so daß der Bauherr, der den Arbeiter nicht beurteilen kann, auch nicht im stande ist, zu beurteilen, welche Festigkeit der gefertigte Beton habe, wenn er nicht zu jedem Stämpfler einen besonderen zuverlässigen Aufseher stelle, da später die Festigkeit an verschiedenen Stellen des Bauwesens nicht mehr ermittelt werden könne. Ich habe darauf hingewiesen, welche hervorragende Bindefähigkeit der beim Bau der Nagoldbrücke bei Teinach für das Ausgießen der Fugen des Buntsandsteingewölbes verwendete breiige Portlandcementmörtel, der mit Flacheisen in die Fugen gestoßen und hierdurch an die Stemmflächen angerieben wurde, gehabt habe, so daß beim Bearbeiten des Gewölberückens dünne, etwa 1 cm starke Schalen zusammenhängend von einer Quaderschicht durch die Mörtelfuge auf die nächste Schicht abgesprungen seien, daß im Entwurf der Vorschriften selbst, im Gegensatz zum erdfeuchten Beton, ein dünner Mörtelbrei als Verbindung zweier Betonschichten vorgesehen sei, daß ich nur mit weichem, plastischem Beton, der aber nicht flüssig sein durfte, habe arbeiten lassen, bei welchem alle die schweren Bedenken, die beim erdfeuchten Beton vorhanden seien, in Wegfall kommen, daß die geplanten Vorschriften ein Monopol für Großunternehmer schaffen, während der plastische Beton von jedem Arbeiter zuverlässig verwendet werden könne, daß dem plastischen Beton etwas mehr oder weniger Wasser gar nichts schade, beim erdfeuchten Beton aber etwas weniger Wasser die Bindefähigkeit aufheben könne, daß also dem erdfeuchten Beton große Unzuverlässigkeit anhafte, während der plastische Beton, wenn er nur vollkommen plastisch bearbeitet sei, immer unbedingt die gleiche Güte und Festigkeit habe, daß ein etwaiger Abmangel an Festigkeit gegenüber dem erdfeuchten Beton durch größeren Cementzusatz ohne Mehrkosten ersetzt werden könne, daß beim plastischen Beton ohne Bedenken größere Steine eingelegt werden können, die mit Sicherheit sich einbinden und satt umschlossen werden, was beim erdfeuchten entschieden bezweifelt werden müsse und daß die Durchführung der entworfenen Vorschriften in der Regel unkontrollierbar und unmöglich sei.

Infolge meiner Bedenken ist die Untersuchung von erdfeuchtem und plastischem Beton beschlossen worden.

Bei der Herstellung der ersten Probewürfel in Ehingen a. D. hat Herr Kommerzienrat Dyckerhoff den Wasserzusatz zum erdfeuchten Beton dahin präzisiert, daß der Mörtel so feucht sein müsse, daß er sich nicht nur noch ballen lasse, sondern auch beim Zusammendrücken an der Handfläche kleben müsse. Diese Bestimmung des Feuchtigkeitsgehalts des erdfeuchten Betons zeigt, gegenüber der Berliner Feststellung, einen ganz energischen Schritt zur plastischen Seite, der für die Festigkeit des Betons von erheblich besserndem Einfluß war.

Die Untersuchungen haben ergeben:

I. Für die Betonwürfel, welche in der Ehinger Cementfabrik aus Ehinger Cement als Hauptversuche genau nach dem hierzu aufgestellten Arbeitsprogramm gefertigt worden sind, daß nach 28 Tagen die durchschnittliche Druckfestigkeit (Tafel 8, 9 und 10):

Mischung 1:2¹/₂:5

Mischung 1:4:8

a) erdfeucht 255^{at}

a) erdfeucht 198^{at}

b) plastisch 260^{at}

b) plastisch 184^{at}

beträgt. Die Unterschiede sind bei 1:2¹/₂:5 = 5^{at} zu Gunsten des plastischen und bei 1:4:8 = 14^{at} zu Gunsten des erdfeuchten Betons, also sehr klein.

100 Tage alter Beton aber ergibt:

	1:2 ¹ / ₂ :5		1:4:8
a)	erdfeucht 298 ^{at}	a)	erdfeucht 234 ^{at}
b)	plastisch 319 ^{at}	b)	plastisch 235 ^{at} ;

also 21^{at} und 1^{at} je zu Gunsten des plastischen Betons.

Für die mittleren **unteren** Grenzwerte der Druckfestigkeiten, welche für die Bauausführungen maßgebend sind, ergibt sich

für Beton 1:2¹/₂:5:

im Alter von 28 Tagen:	a) für erdfeuchten	243 ^{at} ,	b) für plastischen	253 ^{at} und
" " " 100 "	a) " "	265 ^{at} ,	b) " "	311 ^{at} ;

also zu Gunsten des plastischen Betons 10 und 46^{at}.

für Beton 1:4:8:

im Alter von 28 Tagen:	a) für erdfeuchten	186 ^{at} ,	b) für plastischen	178 ^{at} und
" " " 100 "	a) " "	216 ^{at} ,	b) " "	228 ^{at} ;

also 8^{at} zu Gunsten des erdfeuchten und 12^{at} zu Gunsten des plastischen.

Der plastische Beton hat also hier im Durchschnitt entschieden höhere Festigkeit als der erdfeuchte, welcher in der Würfelform 30/30/30 cm mit drei Schichten und **12000 Stößen** für das Kubikmeter gefertigt worden ist; der plastische mit zwei Schichten.

Die Betrachtung der graphischen Darstellung der Druckfestigkeiten (Tafel 10) ergibt ferner, daß die Grenzwerte beim plastischen Beton viel näher beisammen liegen, als beim erdfeuchten (durch die Grenzwerte ergeben sich die Unsicherheitsbänder), daß die Zunahme der Festigkeiten von 28 auf 100 Tage Alter beim plastischen eine ganz erheblich höhere und eine erheblich gleichmäßigere ist als beim erdfeuchten. Damit ist die geringere Zuverlässigkeit des erdfeuchten Betons erwiesen. Wird noch in Betracht gezogen, daß der erdfeuchte Beton eines großen Mehraufwands an Arbeit und Aufsicht bedarf, daß für die Herstellung des erdfeuchten Betons ein **vorzüglich geschultes Arbeiterpersonal** notwendig ist, daß der erdfeuchte Beton, in den kleinen eisernen Kästchen hergestellt, eine beträchtlich stärkere Zusammenpressung und deshalb höhere Festigkeit erhält, als in großen Betonmassen bei Bauten, während der plastische Beton von jedem kräftigen und willigen Arbeiter ohne besondere Aufsicht hergestellt werden kann und in großen Massen genau die gleiche Festigkeit der Probewürfel hat, wenn er bis zum Plastischwerden gestoßen ist, so ergibt sich nach allen Seiten die ganz bedeutende Überlegenheit des plastischen Betons über den erdfeuchten.

Zur Vergleichung ist noch aus den Mischungen Reihe I und II je ein „Mittelbeton“ hergestellt worden, mit einem Wasserzusatz, der sich genau in der Mitte zwischen dem des erdfeuchten und des plastischen Betons hält; diese Betonkörper haben die Reihenummer IX^a und IX^b erhalten.

Das Ergebnis ist nach Tafel 10:

1:2 ¹ / ₂ :5 (I.)	{	Reihe IX ^a 1) mit 28 Tagen:	232 ^{at} gegen 245 ^{at} erdfeucht und 220 ^{at} plastisch.
		Desgl. " 100 "	: 286 ^{at} " 270 ^{at} " " 279 ^{at} "
		Somit Zunahme + 54 ^{at} gegen + 25 ^{at} erdfeucht und + 59 ^{at} plastisch.	
1:4:8 (I.)	{	Reihe IX ^a 2) mit 28 Tagen:	184 ^{at} gegen 208 ^{at} erdfeucht und 152 ^{at} plastisch.
		Desgl. " 100 "	: 225 ^{at} " 203 ^{at} " " 211 ^{at} "
		Somit Zunahme + 41 ^{at} gegen - 5 ^{at} erdfeucht und + 59 ^{at} plastisch.	

Ein Abnehmen der Festigkeit des erdfeuchten Betons hat natürlich nicht stattgefunden, die geringe Festigkeit der 100tägigen Würfel rührt eben zweifellos daher, daß diese Würfel trotz aller Anstrengung schlechter angefertigt waren als die andern. Ein Beweis für die Unzuverlässigkeit des erdfeuchten Betons.

1:2 ¹ / ₂ :5 (II.)	{	Reihe IX ^b 1) mit 28 Tagen:	306 ^{at} gegen 263 ^{at} erdfeucht und 273 ^{at} plastisch.
		Desgl. " 100 "	: 352 ^{at} " 279 ^{at} " " 341 ^{at} "
		Somit Zunahme 46 ^{at} gegen 16 ^{at} erdfeucht und 68 ^{at} plastisch.	
1:4:8 (II.)	{	Reihe IX ^b 2) mit 28 Tagen:	222 ^{at} gegen 193 ^{at} erdfeucht und 200 ^{at} plastisch.
		Desgl. " 100 "	: 256 ^{at} " 278 ^{at} " " 256 ^{at} "
		Somit Zunahme 34 ^{at} gegen 85 ^{at} erdfeucht und 56 ^{at} plastisch.	

Die hohe Zunahme der Festigkeit des erdfeuchten Betons kann nur davon rühren, daß die im Alter von 100 Tagen zerdrückten Würfel besonders gut gefertigt waren. Ein Beweis für die Unzuverlässigkeit des erdfeuchten Betons.

Dieser Mittelbeton bildet etwa die untere Grenze des für den plastischen Beton zulässigen Wassergehalts und gehört entschieden noch zu diesem, wenn auch seine Anwendung und Fertigung höhere Ansprüche an Stampfen, Arbeiter, Aufsicht und Sorgfalt stellen, als dies beim normalen plastischen Beton der Fall ist. Er kann aber noch ohne erhebliche Bedenken verwendet werden und birgt die drohenden Gefahren des erdfeuchten Betons nicht oder nur in sehr geringem Maße. Er kann zum Einlegen größerer Steine noch angewendet werden, wenn diese gut angeätzt sind. Ein Einlegen von größeren Steinen in den erdfeuchten Beton erachte ich für ganz unzulässig, beim plastischen Beton kann das Einlegen ohne jedes Bedenken und mit absoluter Sicherheit für gutes Einbinden erfolgen.

II. Für die Betonwürfel, welche als **Nebenversuche** in Biebrich aus Ehinger Cement gefertigt worden sind, ergaben die Untersuchungen folgendes:

Hier fällt zunächst der geringere Wasserzusatz gegenüber den Ehinger Würfeln auf, er soll sich aus dem größeren Feuchtigkeitsgehalt des Sand- und Steinmaterials, welches aus Ehingen nach Biebrich gesandt wurde, ergeben haben. Sodann ist der plastische Beton nicht in zwei Schichten in die Eisenformen gestampft worden wie bei den Ehinger Würfeln, sondern während des Einfüllens. Ob hierbei die Masse vollständig plastisch gestoßen wurde, entzieht sich aber meiner Kenntnis. Nach den Prüfungsergebnissen bezweifle ich es. Die größere Festigkeit des erdfeuchten Biebricher Betons gegenüber den Ehinger Würfeln ist auf die bessere Schulung des Biebricher Stampfpersonals zurückzuführen. Ein Beweis mehr dafür, wie abhängig die Güte und Festigkeit des erdfeuchten Betons von der Schulung und Zuverlässigkeit des Arbeiters ist.

Die mittleren unteren Grenzwerte der sämtlichen Druckfestigkeiten, welche für die Beurteilung maßgebend sind, zeigen (Tafel 8):

für Beton 1:2 $\frac{1}{2}$:5:

im Alter von 28 Tagen: a) für erdfeuchten 285^{at}, b) für plastischen 245^{at} und
 " " " 100 " a) " " 310^{at}, b) " " 281^{at},
 also 40 und 29^{at} zu Gunsten des erdfeuchten.

Für Beton 1:4:8:

im Alter von 28 Tagen: a) für erdfeuchten 222^{at}, b) für plastischen 155^{at} und
 " " " 100 " a) " " 241^{at}, b) " " 192^{at};
 also 67 und 49^{at} zu Gunsten des erdfeuchten.

Nun ist aber der Arbeitsmehraufwand für den erdfeuchten Beton mit 12 000 Stämpfelstößen für das Kubikmeter, gegenüber dem für den plastischen, für das Kubikmeter mindestens = 5 Stunden = $\frac{1}{2}$ Tag eines Arbeiters mit 4 Mk. Taglohn, also = 2 Mk., ohne Berücksichtigung des vermehrten Aufwands für Aufsicht, zu berechnen. Hierfür können 60 kg Portlandcement auf die Baustelle geliefert werden. Dieser Cement, mit 1,500 spez. Gewicht, dem plastischen Beton zugeführt,

erhöht die Mischung von rund 1:(2 $\frac{1}{2}$):5 auf C:S = $1:\frac{1500}{5}+60 = 1:4,16$. Dieser Mischung

entsprechen aber nach der graphischen Darstellung der unteren Werte (Tafel 9): 274^{at} für 28 Tage und 313^{at} für 100 Tage des plastischen Betons, wogegen der erdfeuchte Beton 1:5 für die unteren Werte: 285^{at} für 28 Tage und 310^{at} für 100 Tage aufweist.

Es sind also bei gleichen Kosten die Festigkeiten für erdfeuchten Beton nur um 11 und 3^{at} größer als beim plastischen, d. h. fast genau gleich. 60 kg Cement aber der Mischung

1:(4):8 beigelegt, verändert die Mischung auf C:S = $1:\frac{1500}{8}+60 = 1:6,0$. Dieser Mischung ent-

sprechen bei den unteren Werten die Festigkeiten des plastischen Betons (Tafel 9)

mit: 215^{at} für 28 Tage und 254^{at} für 100 Tage,

dagegen der erdfeuchte 1:8 mit: 222^{at} " 28 " " 241^{at} " 100 "

Auch hier sind also bei gleichen Kosten die Festigkeiten des plastischen Betons gleich denen des erdfeuchten. Zu Gunsten des **plastischen Betons** ist aber noch dessen unbedingte Zuverlässigkeit in den Festigkeiten und die Zulässigkeit seiner Bearbeitung durch jeden kräftigen und willigen, wenn auch ungeschulten Arbeiter in Rechnung zu setzen. Denn dasjenige Baumaterial, das sich von jedermann und zudem leichter und sicherer bearbeiten läßt, hat ganz entschieden den höheren Bauwert gegenüber dem Baumaterial, das an Arbeiter, Aufsicht und Sorgfalt höhere und wie hier, ganz bedeutende Anforderungen stellt. Es muß deshalb aus Gründen der Bausicherheit, der Volkswirtschaft und im Interesse des Bauhandwerks, auch der plastische Beton der Biebricher Versuche entschieden höher bewertet werden als der monopolisierende erdfeuchte Beton derselben Versuche.

Mit der Ausschließung der Verwendung des erdfeuchten Betons kommen aber die sehr bedenklichen Vorschriften in Wegfall, die für ihn unumgänglich notwendig sind.

Wenn in ganz besonderen Fällen oder aus Liebhaberei der erdfeuchte Beton verwendet werden soll, dann müssen eben die betreffenden scharfen Vorschriften in Anwendung kommen.

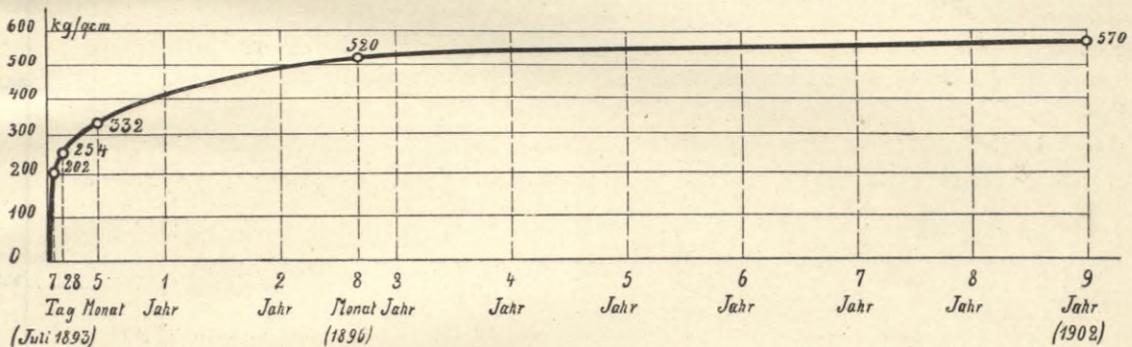
Bemerkenswertes ist in der Fest-Druckschrift: „Deutsche Portlandcement- und Betonindustrie auf der Düsseldorfer Ausstellung 1902“, herausgegeben vom „Verein Deutscher Portlandcementfabrikanten“ und dem „Deutschen Betonverein“ auf Seite 131 enthalten, wo es also heißt:

„1. Der Beton schützt das von ihm umhüllte Eisen am vollkommensten gegen Rostbildung.

Diese Tatsache ist heute wohl allgemein anerkannt; sie hat aber zur Voraussetzung, daß der Beton dicht und **plastisch** eingebracht wird, da nur dann die notwendige vollkommene Umhüllung des Eisens und festes Haften des Betons am Eisen stattfindet.“

Ich denke, die Notwendigkeit, daß der Beton plastisch sein muß, um fest (am Eisen) zu haften, gilt nicht nur für das Eisen, sondern noch viel mehr für das Wasser aufsaugende Steinmaterial (Kies, Schotter, Steine).

Zur Vergleichung ist die folgende graphische Darstellung der Druckfestigkeiten des Munderkinger Gewölbebetons wiedergegeben, welche die Festigkeit des Betons bis zum Alter von 9 Jahren zeigt, und welche mit den durchschnittlichen Festigkeiten der Ehinger Probewürfel fast genau übereinstimmt.



Der bei der Fertigung des Gewölbebetons entnommene stark plastische Beton wurde in primitiven, zusammengenagelten Holzkästchen von Würfelform (20 cm Seite) gestampft ohne Druckflächen aus feinem Material. Die Stirnflächen wurden vor dem Zerdrücken gehobelt.

Mischung: 1 Cement, 2 $\frac{1}{2}$ Sand, 5 Schotter und gequetschter Kies.

Wasserzusatz: 5 bis 7 $\frac{1}{10}$.

Der Beton ist in der Kugelmischmaschine zubereitet worden. Die Druckfestigkeit der einzelnen Würfel betrug

im Alter von 5 Monaten

322 kg/qcm	} geprüft in Stuttgart im Dezember 1893;
322 "	
337 "	
347 "	

im Alter von 2 Jahren 8 Monaten

447,5 kg/qcm	} geprüft in Charlottenburg im März 1896.
520 "	
520 "	
520 "	

Bei der erheblich größeren Erhärtungsenergie des plastischen Betons gegenüber dem erdfeuchten von 28 auf 100 Tage Alter ist anzunehmen, daß bei höherem Alter, also mit 1 Jahr und mehr, der plastische Beton dem erdfeuchten auch bei gleichen Mischungen unbedingt noch weiter überlegen sein wird. Hierüber noch weitere Versuche anzustellen, um Klarheit zu schaffen, halte ich für sehr wünschenswert, ja notwendig.

Für 99 $\frac{1}{100}$ der Bauten ist nach meiner Ansicht der **plastische** Beton das zuverlässigste, sicherste, allgemein anzuwendende und daher **unbedingt** zu bevorzugende Baumaterial, der erdfeuchte oder gar mehltrockene Beton, der beim Ballen an der Hand nicht einmal kleben bleibt, ist aber für gewöhnlich geradezu zu verbieten.

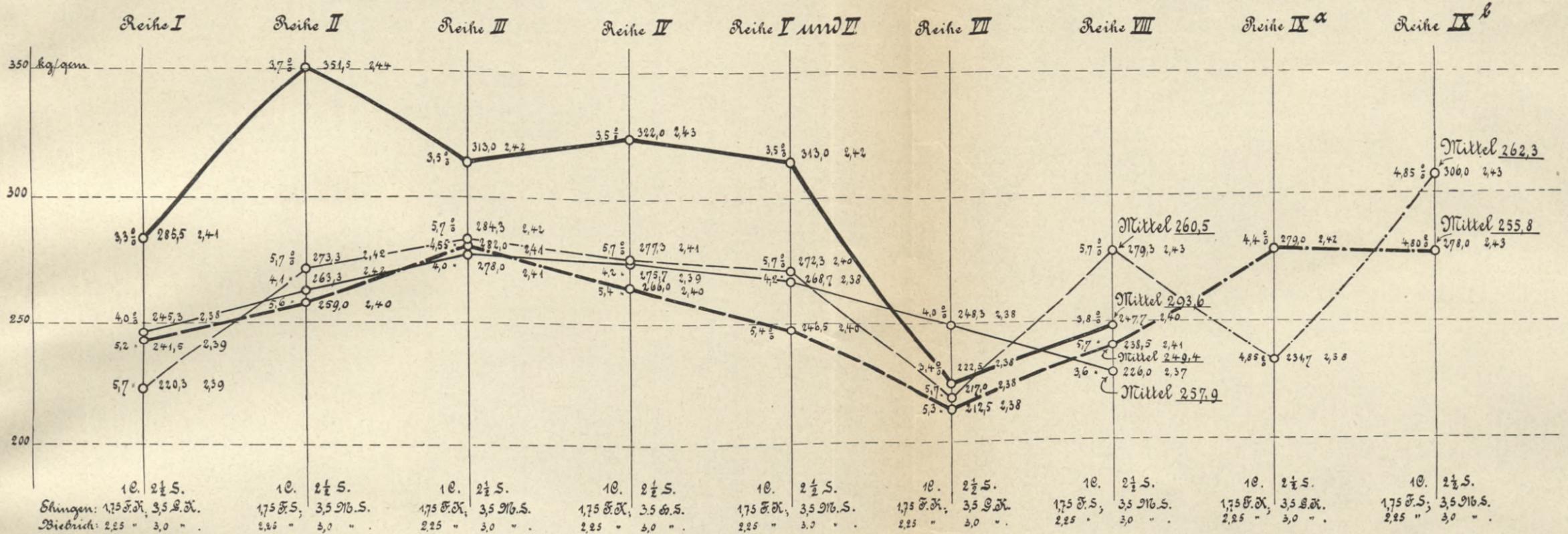
Ulm, im April 1903.

P. Braun.

Druckfestigkeiten der 28 Tage alten Betonkörper.

(Durchschnittswerte.)

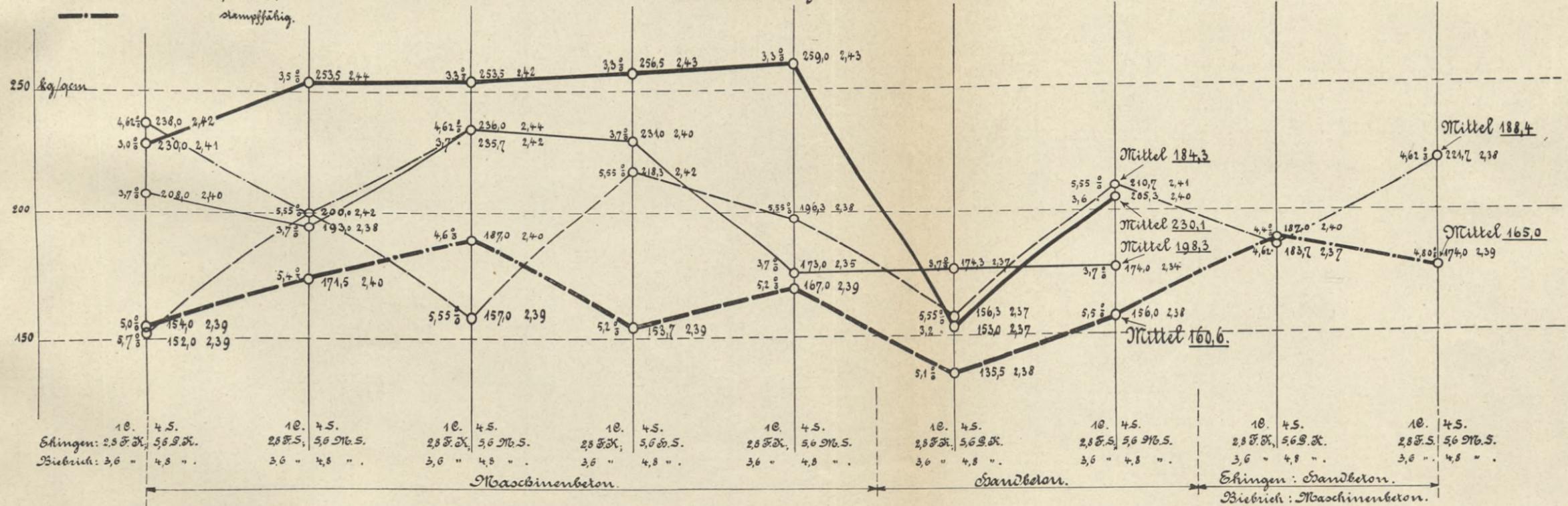
1. Mischung „1:2½:5.“



———— Eringen: ordentlich,
 ———— plastisch,
 ———— stampffähig.
 - - - - - Biebruch: ordentlich,
 - - - - - plastisch,
 - - - - - stampffähig.

C. = Cement
 S. = Sand
 F. K. = Feinkies
 G. K. = Grobkies
 F. S. = Feinschotter
 G. S. = Grobschotter
 G. S. = Sandgrobschotter

2. Mischung „1:4:8.“



Maskinenbeton.

Sandbeton.

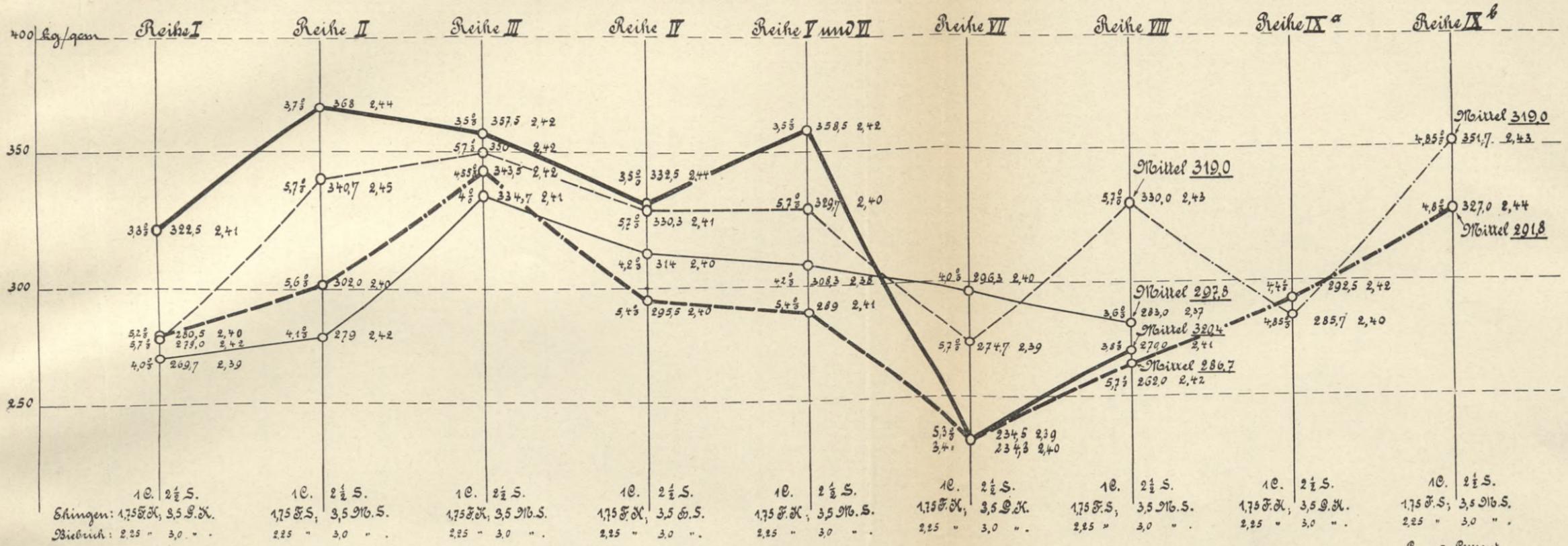
Eringen: Sandbeton.
 Biebruch: Maskinenbeton.

Zu jedem Punkt der Liniensüge sind in wagerechter Richtung angeschrieben:
 1. der Wasserszusatz in %, 2. die Druckfestigkeit in kg/cm², 3. das Raumgewicht.

Druckfestigkeiten der 100 Tage alten Betonkörper.

(Durchschnittswerte.)

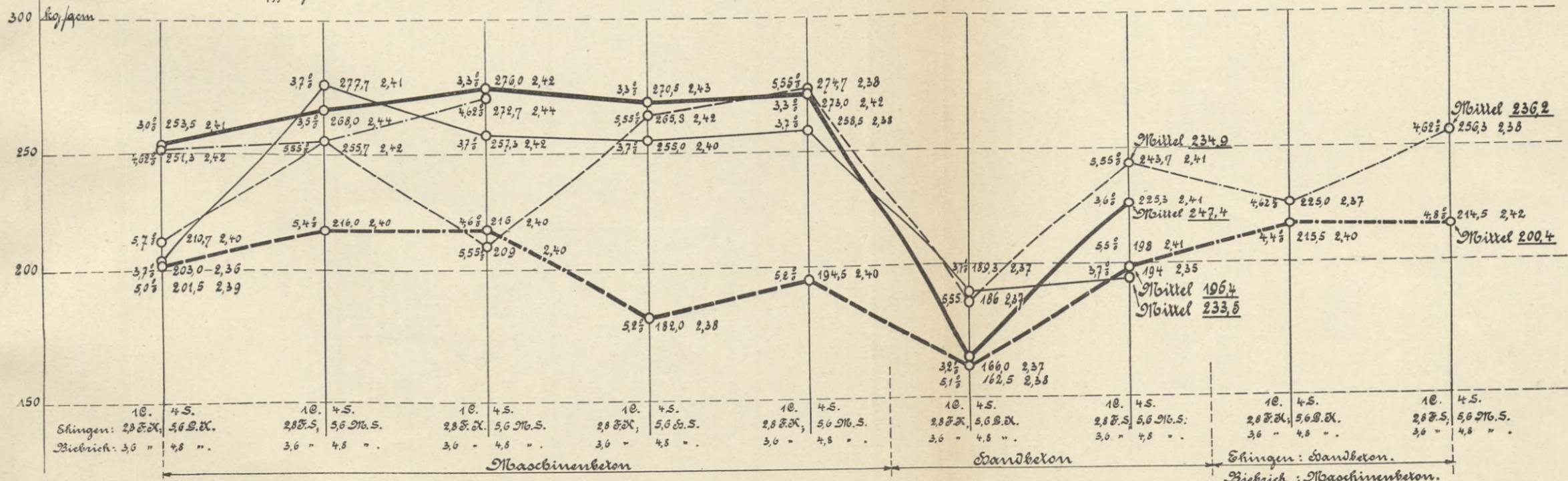
1. Mischung „1:2½:5.“



——— Singen: erstfestsch.
 ——— plastisch.
 ——— stampffähig.
 ——— Biebrich: erstfestsch.
 ——— plastisch.
 ——— stampffähig.

C. = Cement
 S. = Sand
 F.K. = Feinkies
 G.K. = Grobkies
 F.S. = Feinschotter
 G.S. = Grobschotter
 Gv.S. = Geradgrobschotter

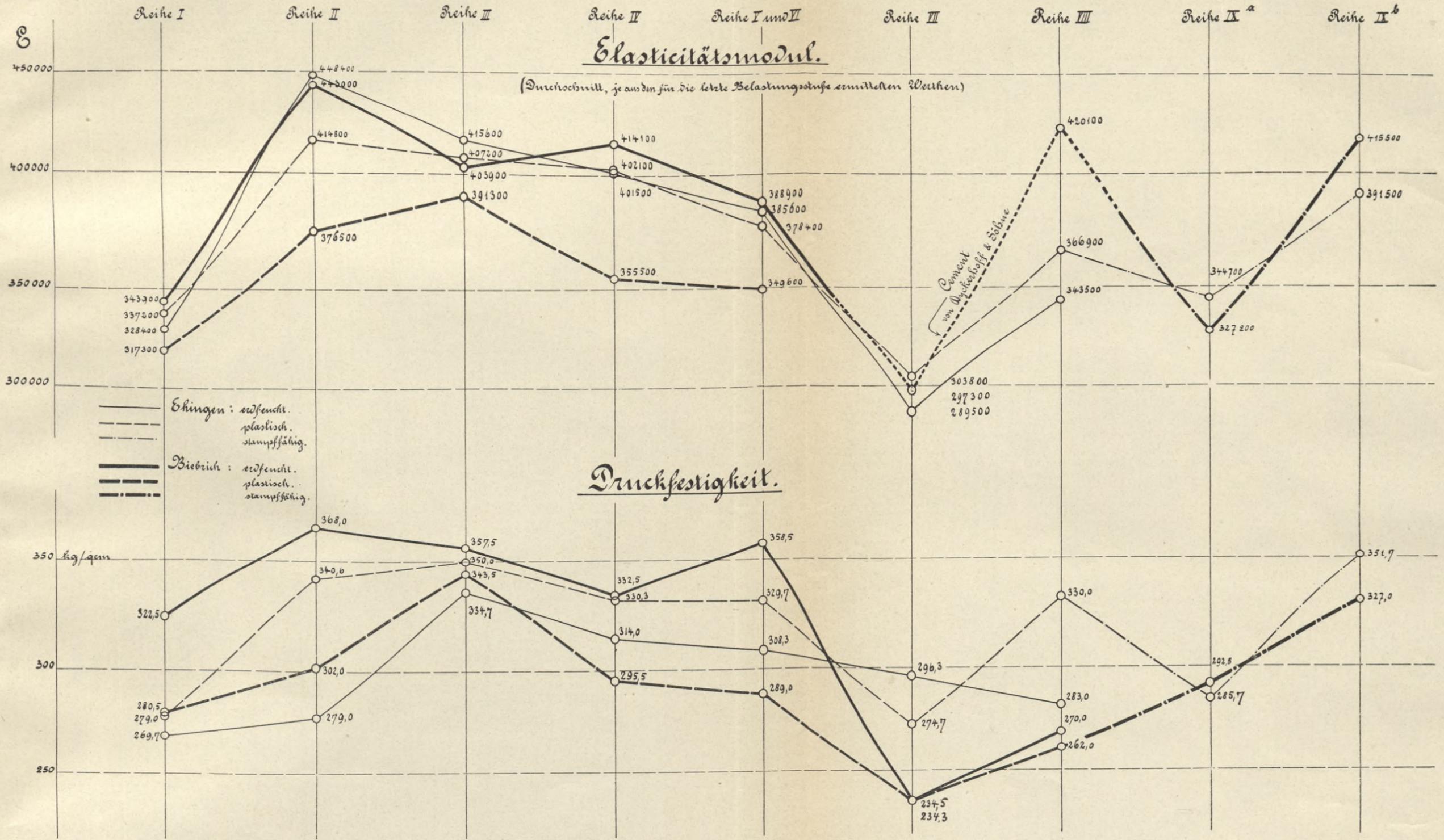
2. Mischung „1:4:8.“



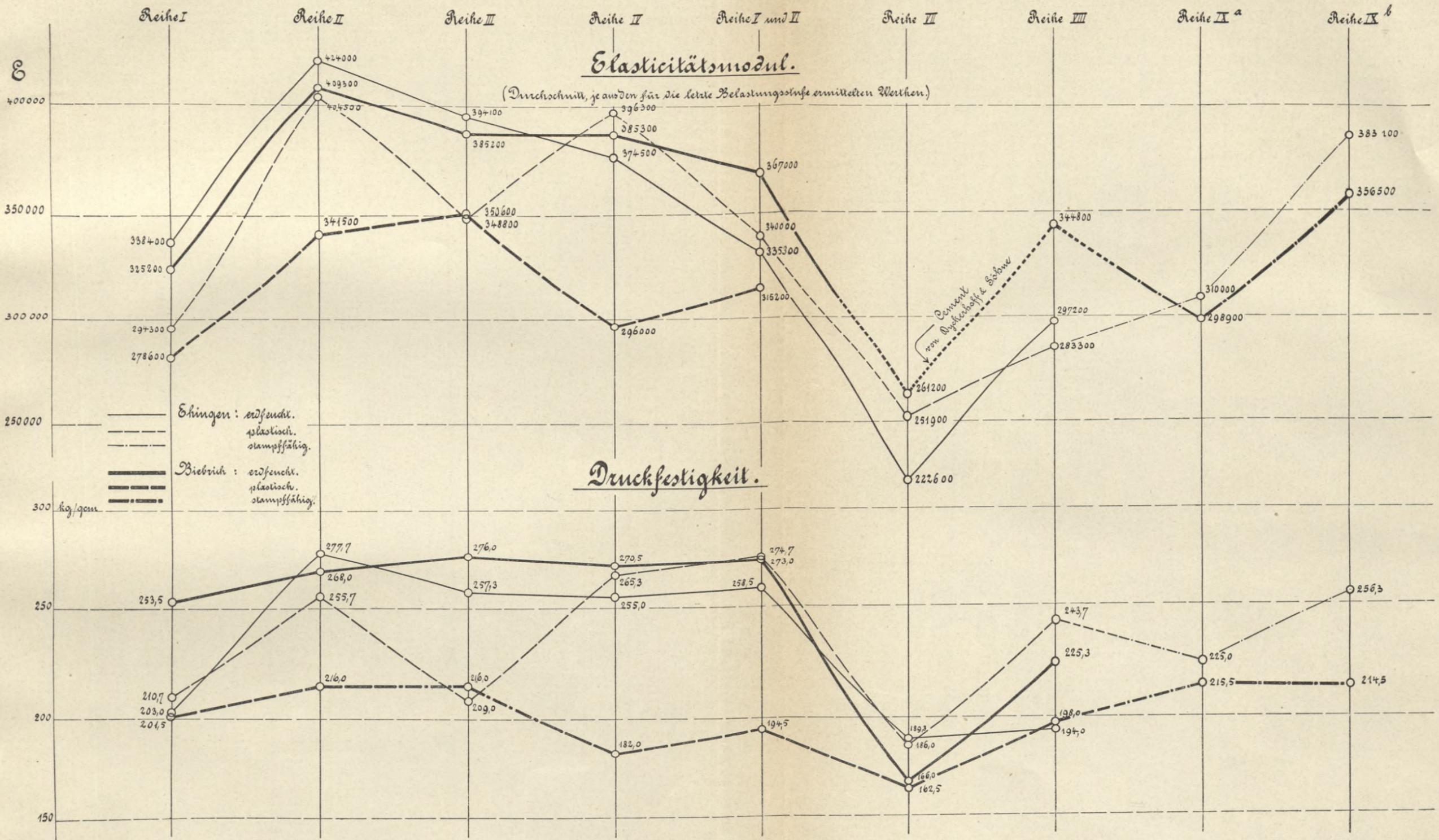
——— Sandbeton
 ——— Singen: Sandbeton.
 ——— Biebrich: Maschinbeton.

Zu jedem Punkt der Liniensüge sind in wagerechter Richtung angeschrieben:
 1. der Wasserszusatz in %, 2. die Druckfestigkeit in kg/cm², 3. das Raumgewicht.

100 Tage alte Betonkörper „1:2½:5.“

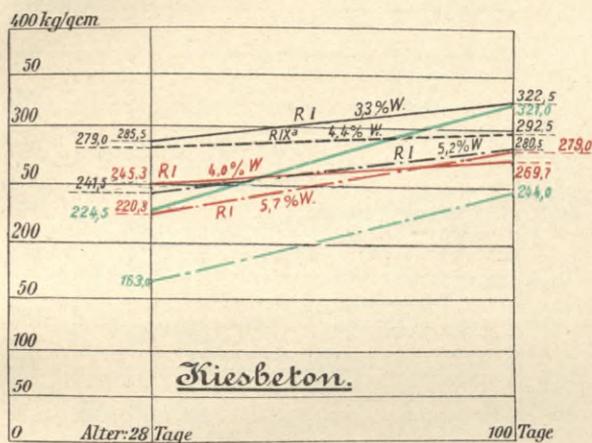


100 Tage alte Betonkörper „1:4:8.“



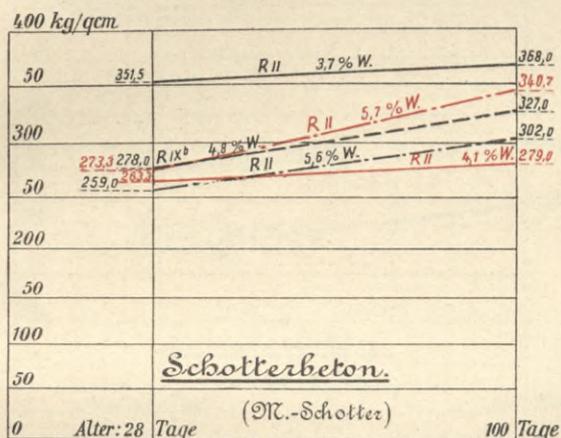
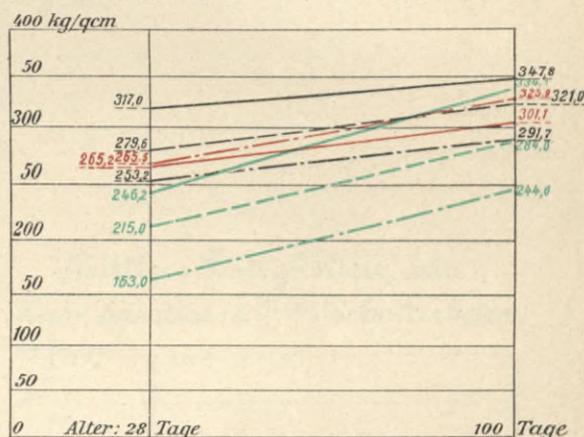
Druckfestigkeiten der 28- u. 100 Tage alten Betonkörper.

Maschinenmischungen „1: 2 1/2 : 5.“

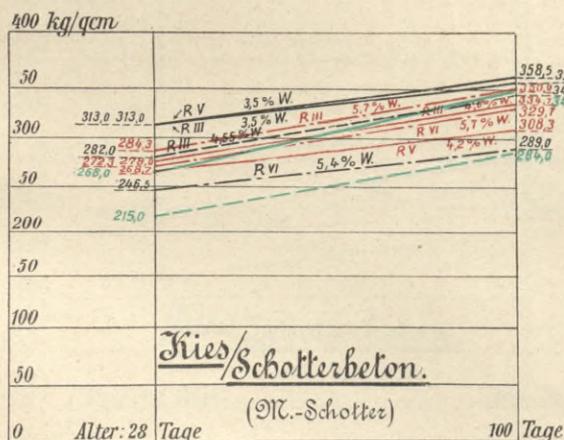


RI 3,3% W
RI 5,2% W

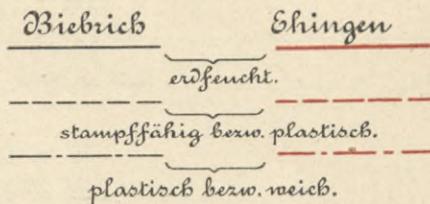
Mittlere Festigkeiten aus Kies-, Schotter- & Kies/Schotterbeton.



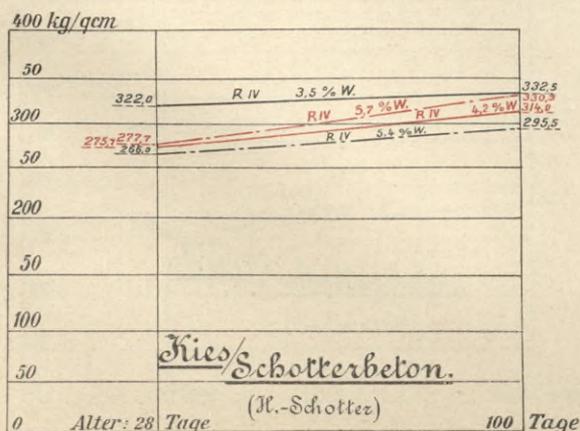
R III 3,5% W
R III 4,55% W



Es bedeutet:
(giltig für die Tafeln 5, 6 u. 7)



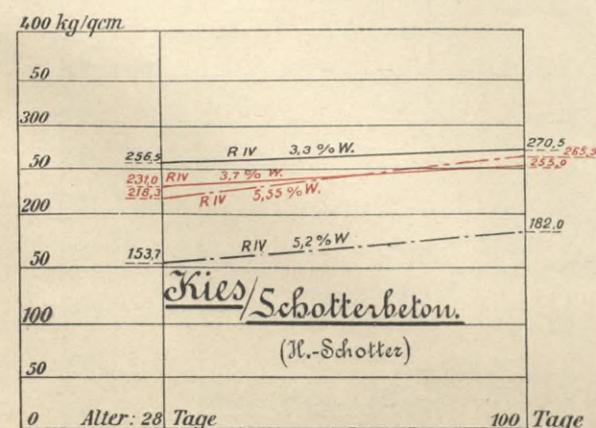
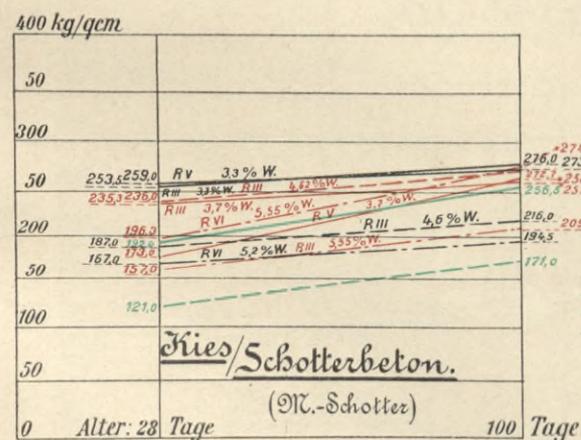
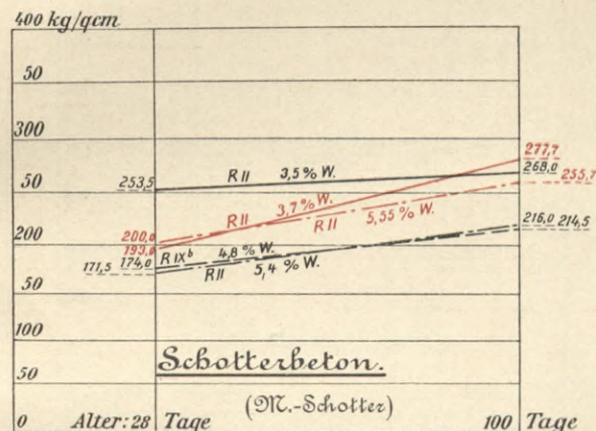
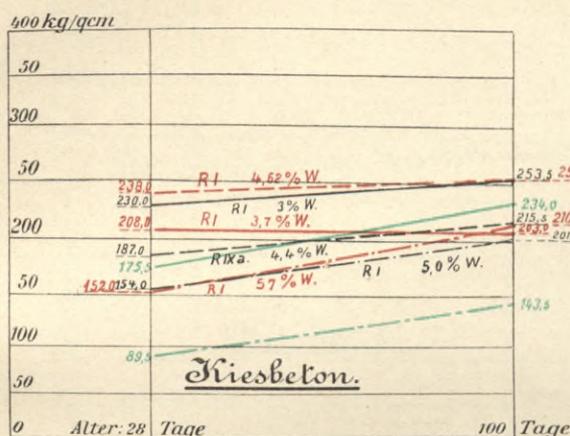
Paralleltreihen zu den Reihen I u. III in Biebrich mit Stettiner Cement u. sonstigen Materialien aus Ehingen gefertigt.



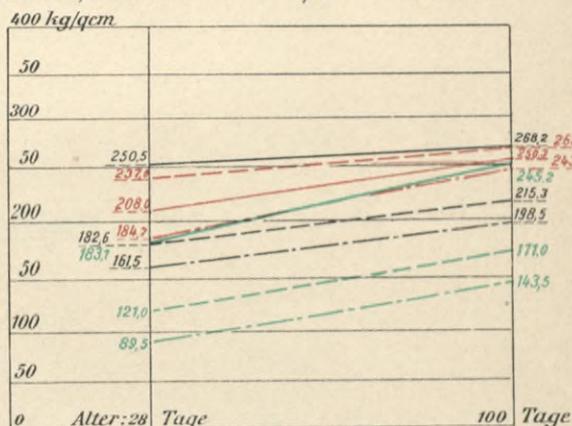
M.-Schotter = Maschinen-Schotter.
H.-Schotter = Handschlag-Schotter.

Druckfestigkeiten der 28- u. 100 Tage alten Betonkörper.

Maschinemischungen „1:4:8.“



Mittlere Festigkeiten aus Kies-, Schotter- & Kies/Schotterbeton.

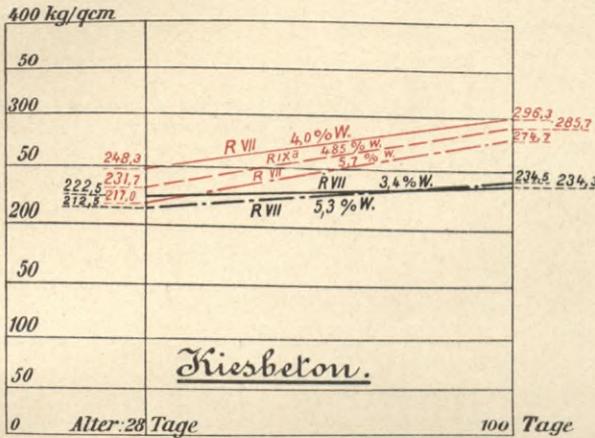


M.-Schotter = Maschinenschotter.

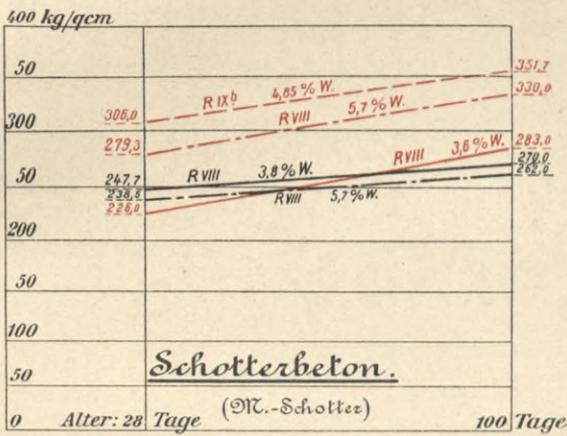
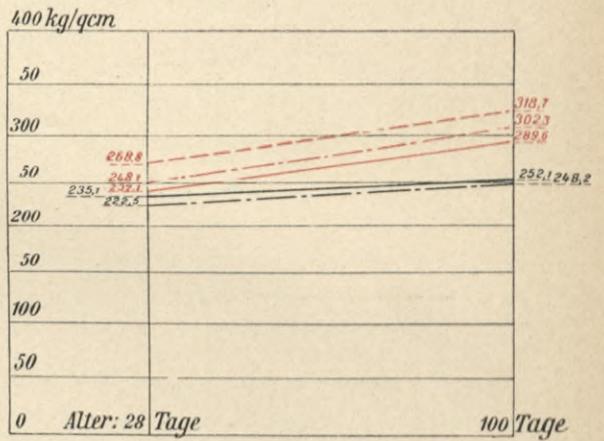
H.-Schotter = Handschlag-Schotter.

Druckfestigkeiten der 28- u. 100 Tage alten Betonkörper.

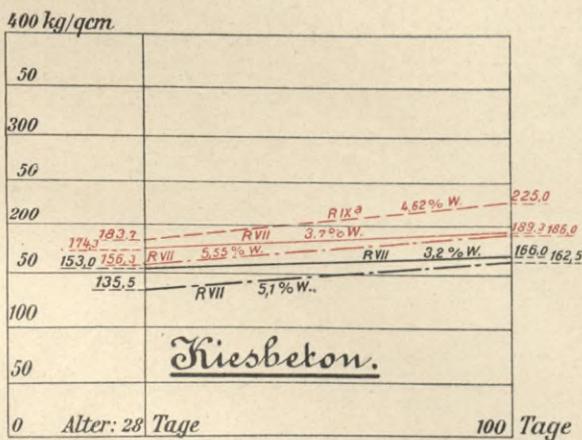
Sandmischungen „1: 2 1/2 : 5.“



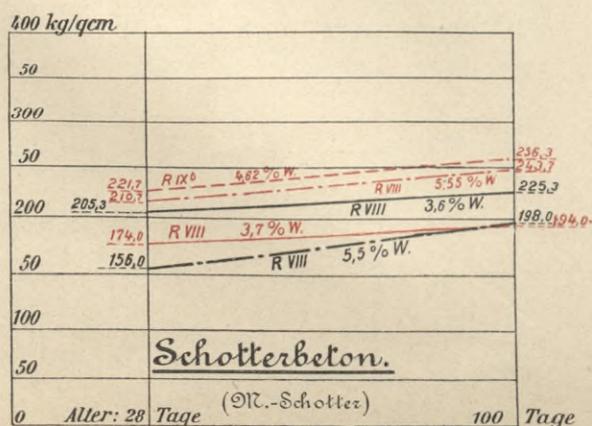
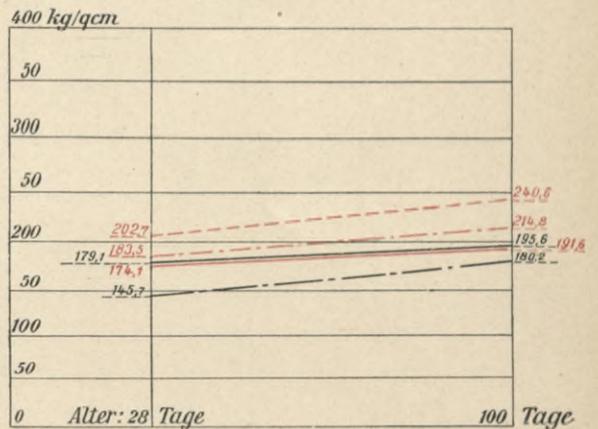
Mittlere Festigkeiten aus Kies- & Schotterbeton.



Sandmischungen „1: 4 : 8.“



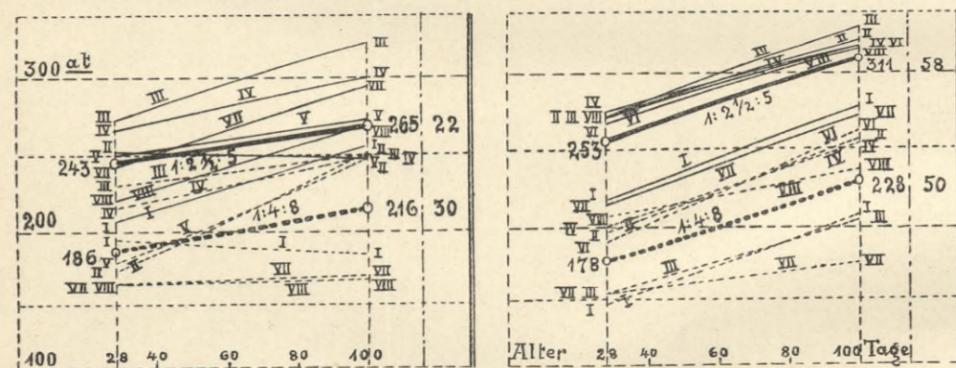
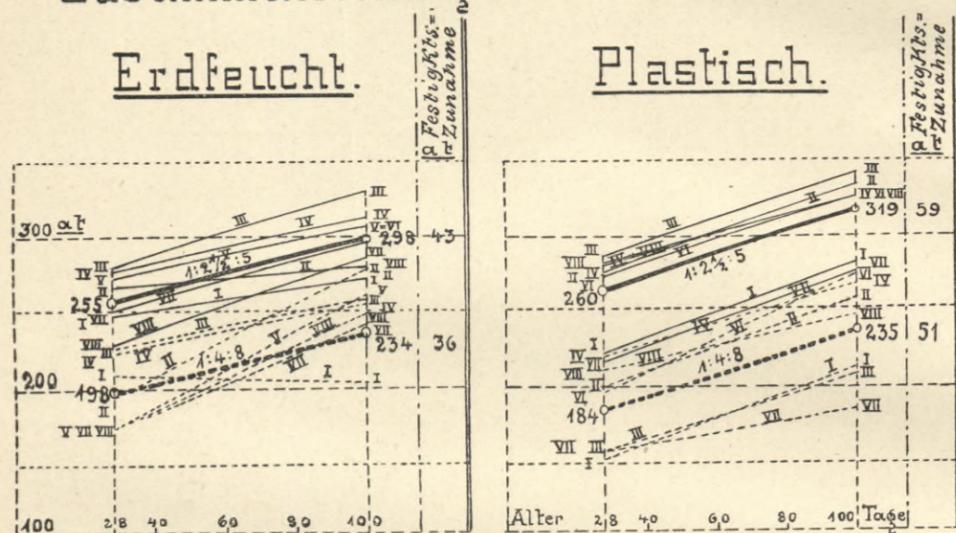
Mittlere Festigkeiten aus Kies- & Schotterbeton.



(Hauptversuche.)
 Betonkörper von 1902

gefertigt durch die
 Stuttgarter Cementfabrik Ehingen.

Zusammenstellung der Mittelwerte.

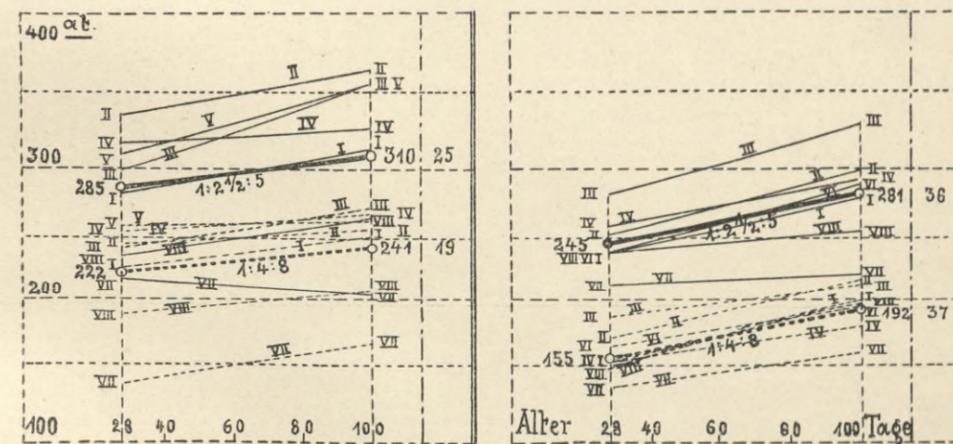
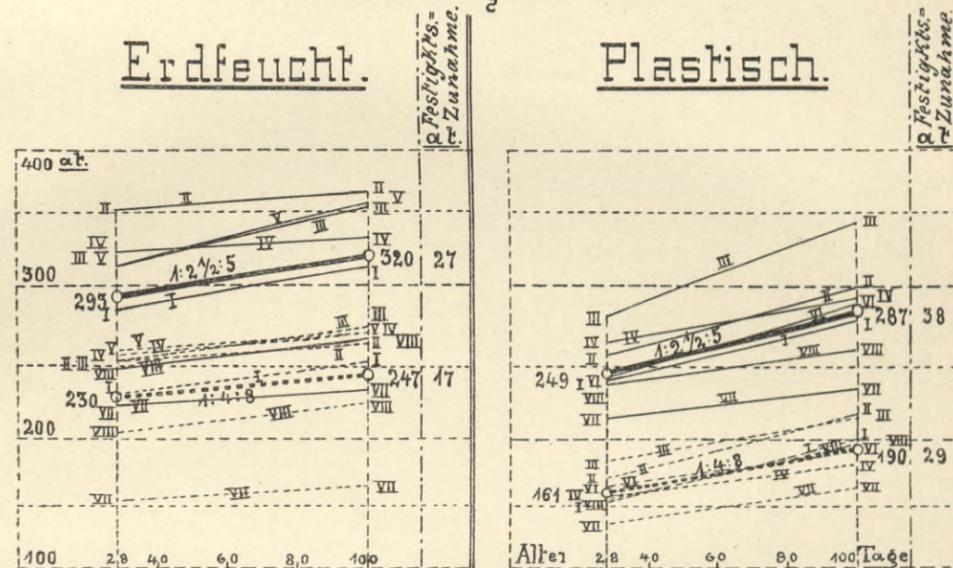


Zusammenstellung der unteren Grenzwerte.

(Nebenversuche.)
 Betonkörper von 1902

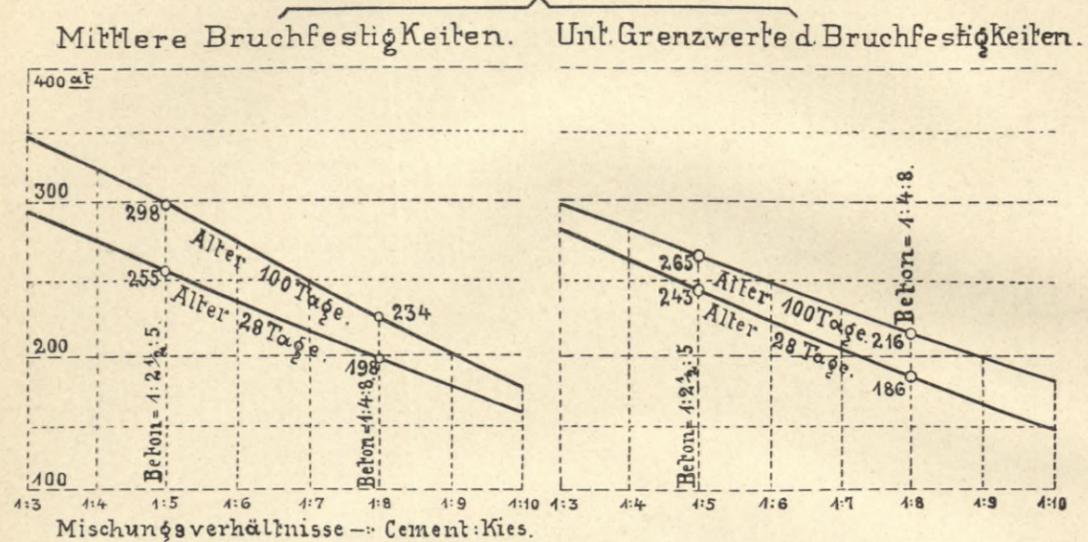
gefertigt durch die Firma
 Dyckerhoff u. Wiedmann in Biebrich a/Rh.
 aus Ehinger Cement.

Zusammenstellung der Mittelwerte.

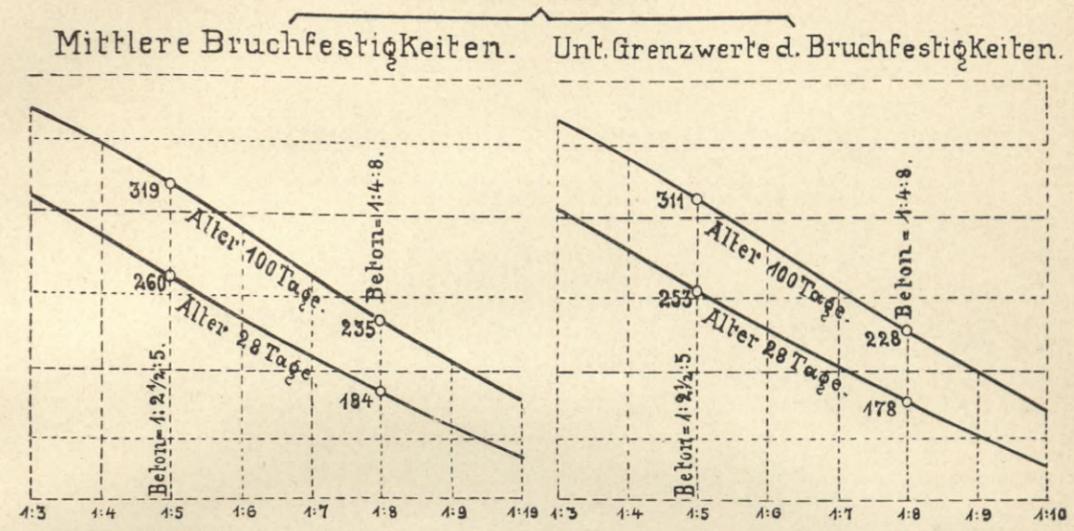


Zusammenstellung der unteren Grenzwerte.

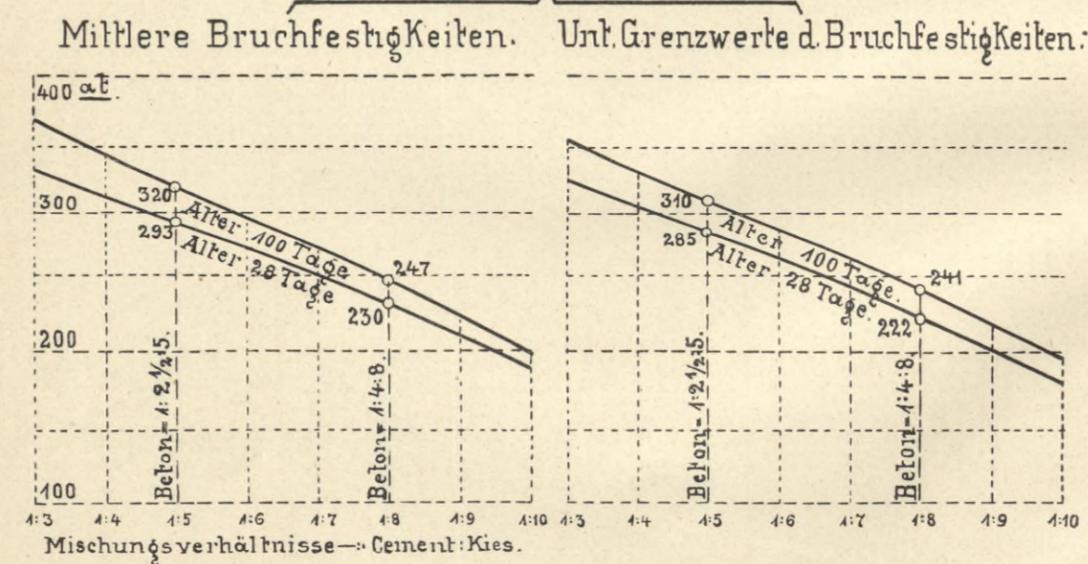
Ehinger Würfel. Erdfeucht.



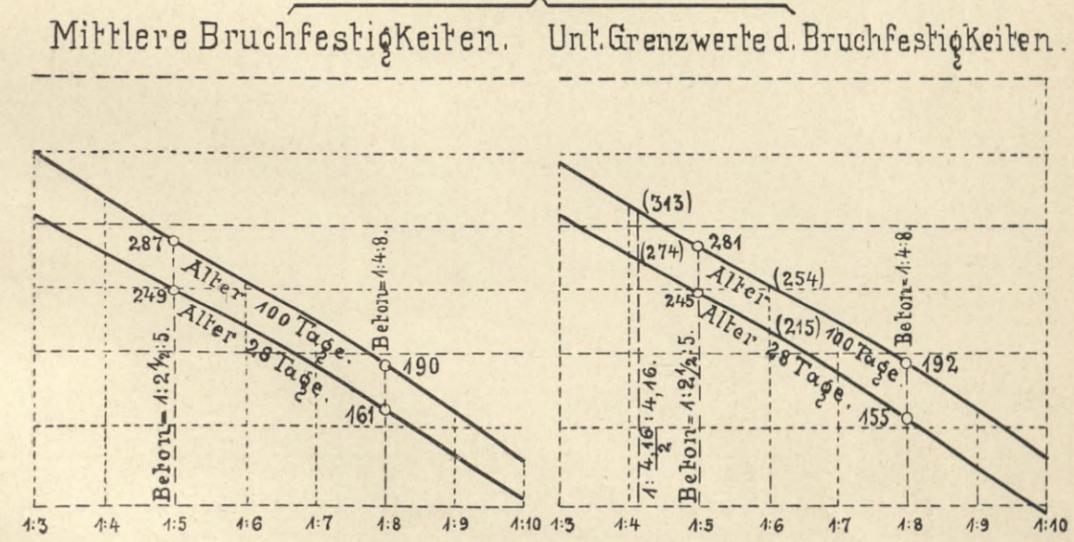
Ehinger Würfel. Plastisch.



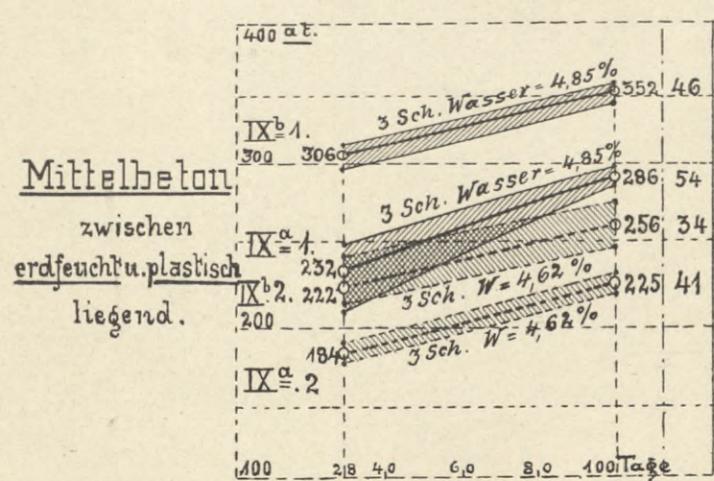
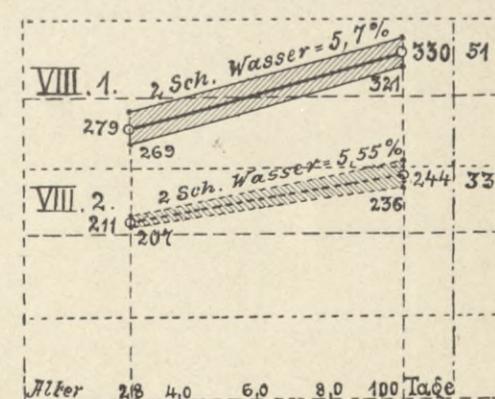
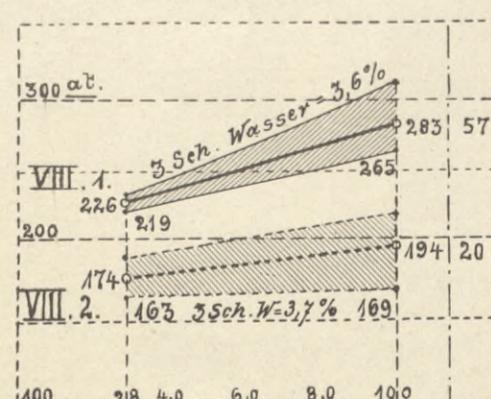
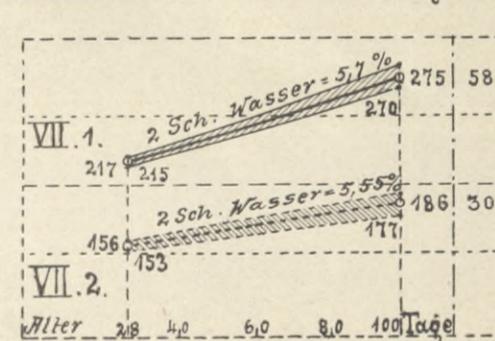
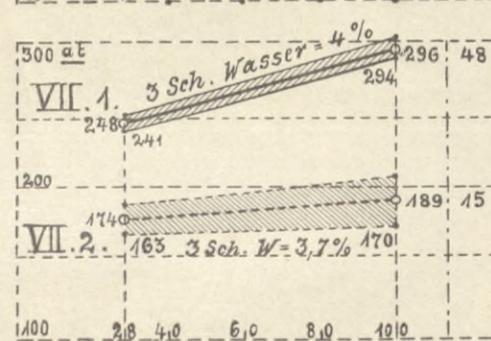
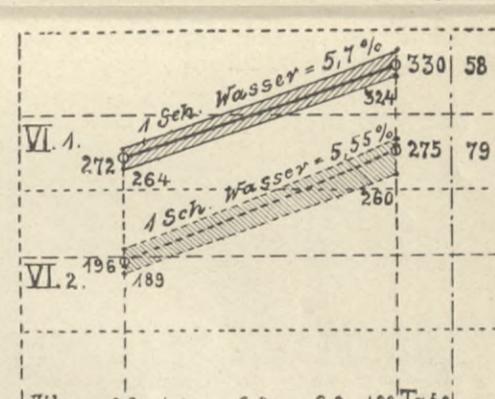
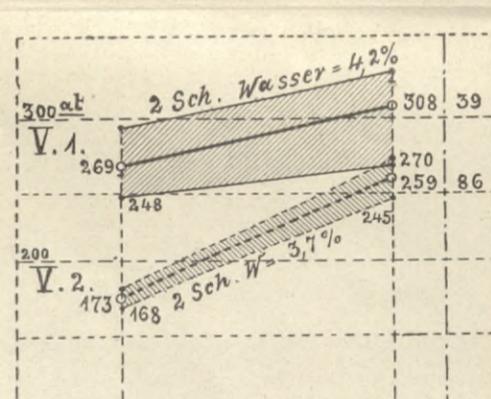
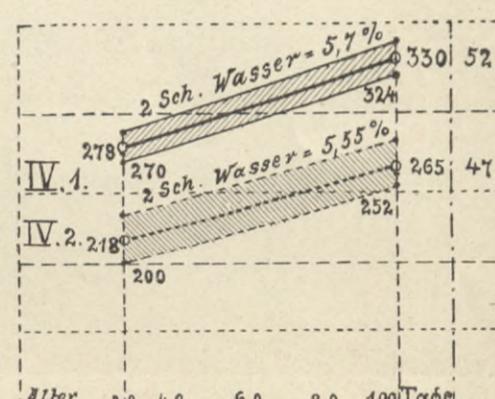
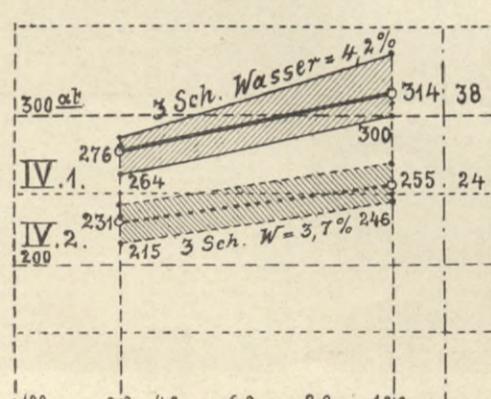
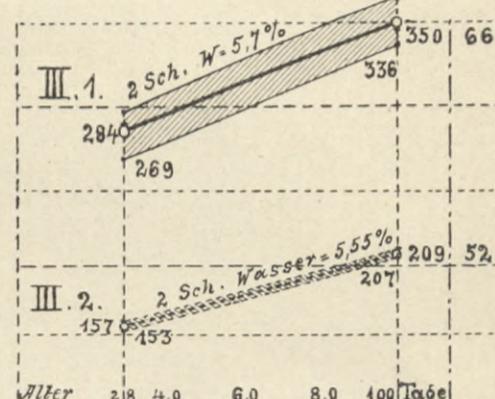
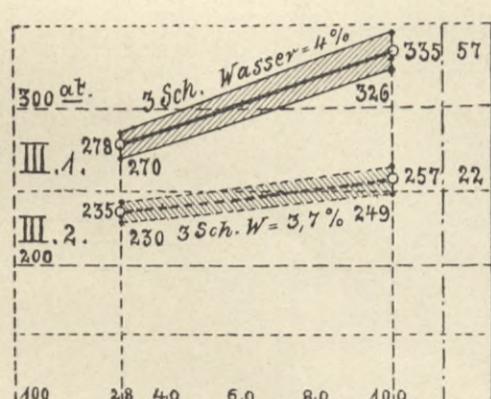
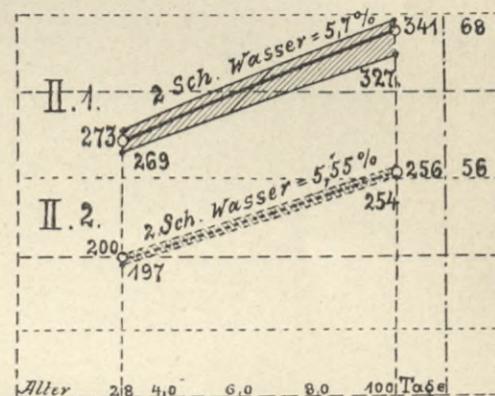
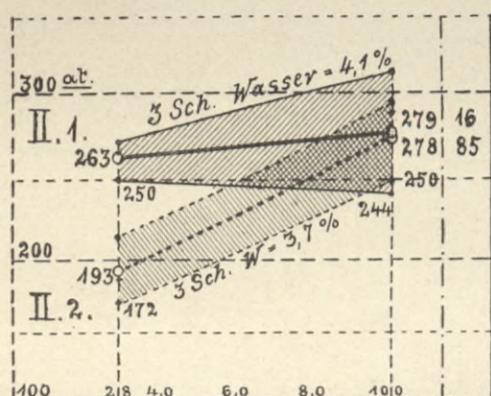
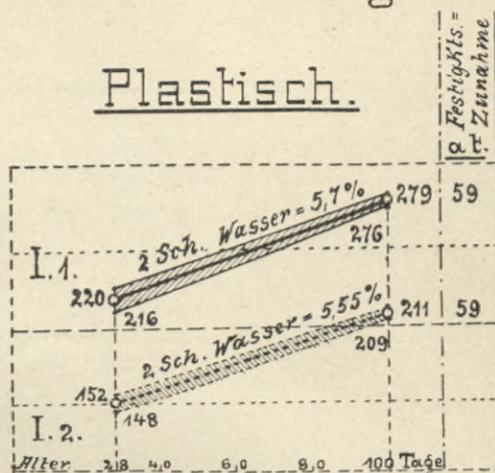
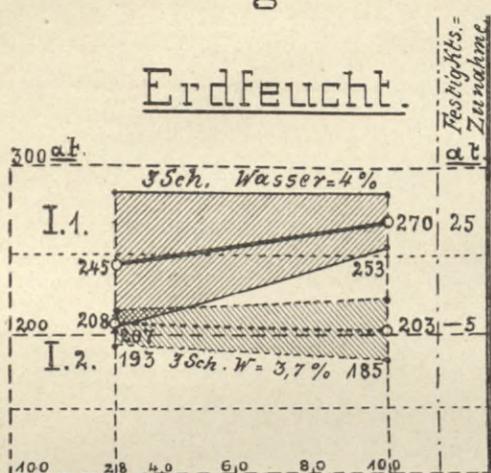
Biebricher Würfel. Erdfeucht.



Biebricher Würfel. Plastisch.



(Hauptversuche.)
Betonkörper vom 1902
 gefertigt durch die
 Stuttgarter Cementfabrik Ehingen.



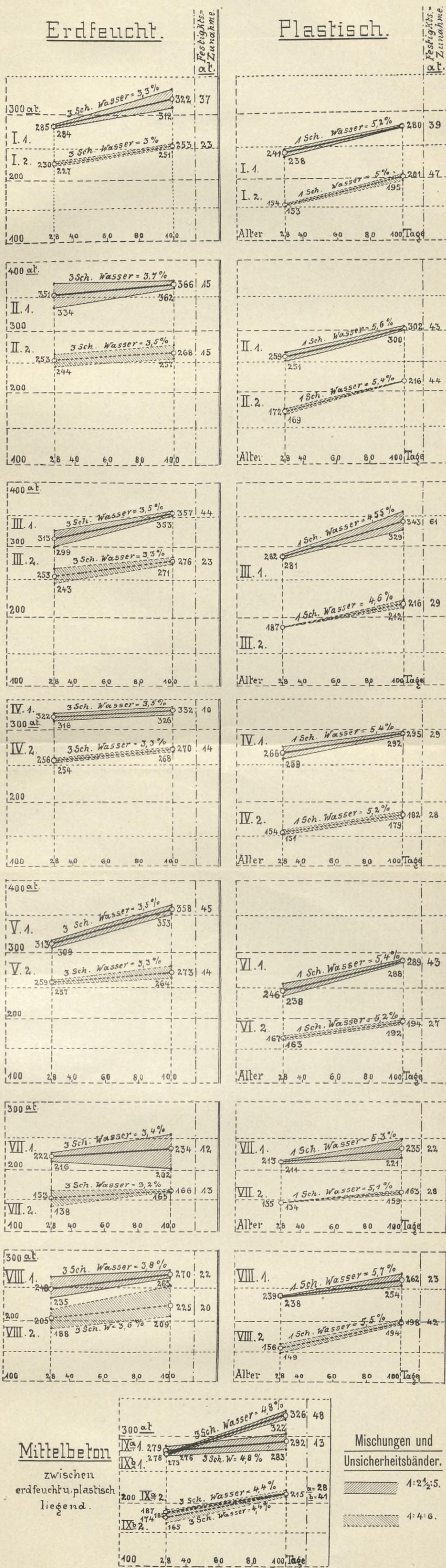
Mischungen und Unsicherheitsbänder.

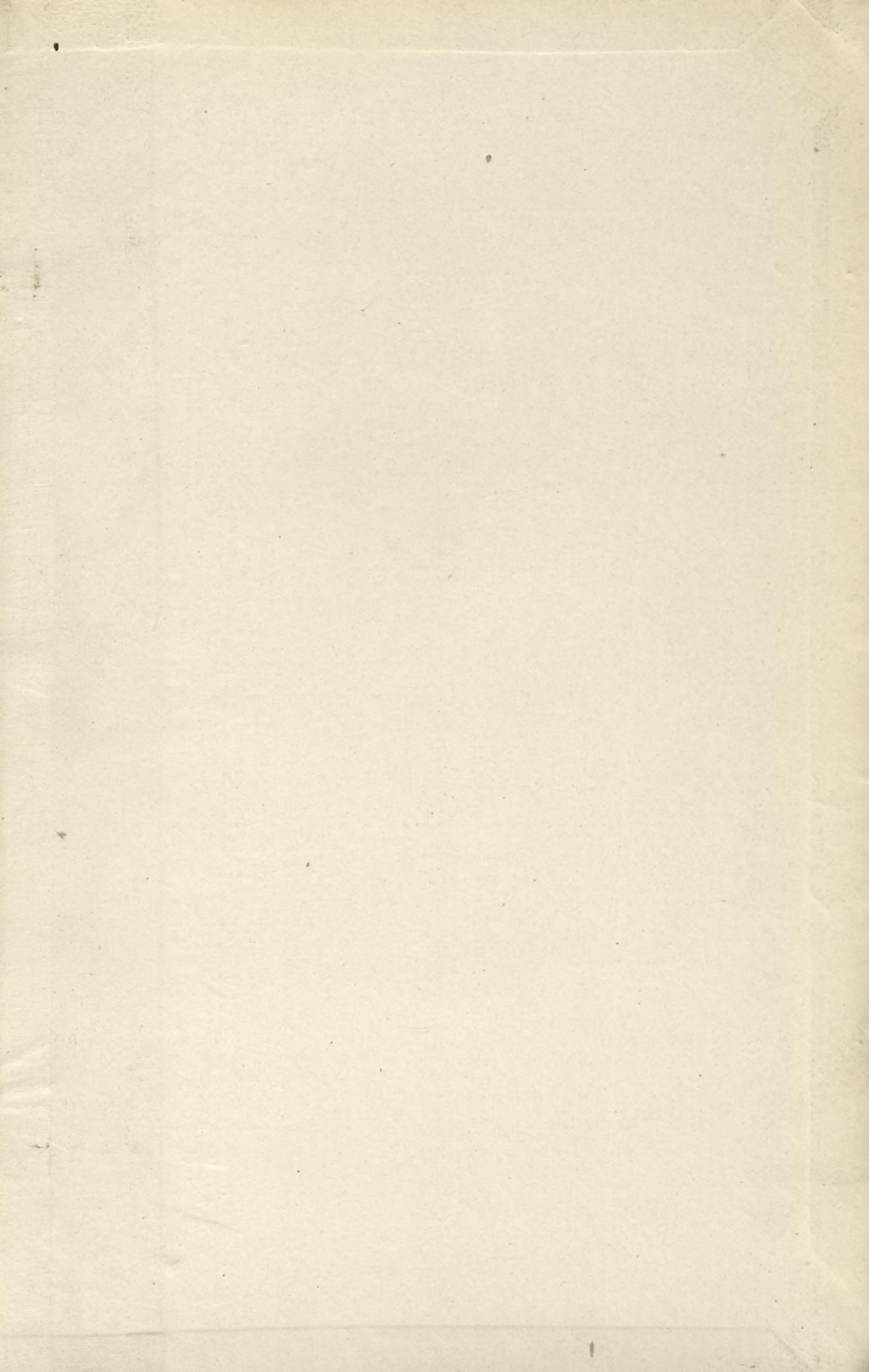
1:2½:5.

1:4:8.

(Nebenversuche.)
Betonkörper von 1902

gefertigt durch die Firma
 Dyckerhoff u. Wiedmann in Biebrich a/Rh.
 aus Ehinger Cement.





WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



17990

L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307392

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000318273

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307393

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000318274

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300715