



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305572

Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

Heft 30. **Versuche mit allseitig aufliegenden, quadratischen und rechteckigen Eisenbetonplatten.** Ausgeführt in Stuttgart. Von Dr.-Ing. **C. Bach**, Königl. württ. Staatsrat, Professor des Maschineningenieurwesens, Vorstand des Ingenieurlaboratoriums und der Materialprüfungsanstalt und **O. Graf**, Ingenieur der Materialprüfungsanstalt.
1915. Mit **512** Textabb. und **34** Zusammenstellungen. *In Vorbereitung.*

Heft 31. **Versuche zur Ermittlung des Rostschutzes der Eiseneinlagen im Beton unter besonderer Berücksichtigung des Schlackenbetons.** Ausgeführt in der Königlich sächs. Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt zu Dresden in den Jahren 1908 bis 1914. Bericht erstattet von Geh. Hofrat **H. Scheit**, o. Professor an der Königlich sächs. Technischen Hochschule, Direktor der Versuchsanstalt, und Dipl.-Ing. **Otto Wawrziniok**, a. o. Professor an der Königlich sächs. Technischen Hochschule, Adjunkt der Versuchsanstalt. Unter Mitwirkung von Regierungsbaumeister Dipl.-Ing. **H. Amos**, Assistent an der Versuchsanstalt.
1915. Mit **293** Textabb., **3** farb. Tafeln, **25** Zahlentafeln. Geh. Preis **8 M.**

Heft 32. **Probelastung von Decken.** Berichte nach Versuchen des Königlichen Materialprüfungsamtes in Berlin-Lichterfelde-West und der Akt.-Ges. für Beton- und Monierbau in Berlin. Teil I. Von Professor **M. Gary**, Abteilungsvorsteher im Königlichen Materialprüfungsamt. — Teil II. Von Geh. Regierungsrat Professor **M. Rudeloff**, Direktor im Königlichen Materialprüfungsamt.
1915. Mit **23** Textabb. und **11** Tabellen. Geh. Preis **2 M.**



4359290

HEFT 32

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR EISENBETON

PROBEBELASTUNG VON DECKEN

BERICHTE

NACH VERSUCHEN DES KÖNIGLICHEN MATERIALPRÜFUNGSAMTES
IN BERLIN-LICHTERFELDE-WEST

UND DER

AKTIEN-GESELLSCHAFT FÜR BETON- UND MONIERBAU
IN BERLIN

TEIL I

VON PROFESSOR M. GARY,
ABTEILUNGSVORSTEHER IM KÖNIGLICHEN MATERIALPRÜFUNGSAMT

TEIL II

VON GEH. REGIERUNGSRAT PROFESSOR M. RUDELOFF,
DIREKTOR DES KÖNIGLICHEN MATERIALPRÜFUNGSAMTES.

MIT 23 TEXTABBILDUNGEN UND 11 TABELLEN.

BERLIN 1915.

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR LISERBTON



III-307337

Alle Rechte vorbehalten

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Teil I. Probebelastung von Decken	1
Ausführung der Versuche	2
Konstruktion der Probedecken	3
Probebelastungen in Lichterfelde s. Abb. 2 bis 10.	
Versuche der Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau	5
Teil II. Belastungsversuche mit einer Decke aus Koenenschen Voutenplatten	11

Probebelastung von Decken.

Von Prof. M. Gary.

Die neuen Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton, in der Beratung des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, sehen Probebelastungen vor. Der Mangel ausreichenden Prüfungsmaterials zeitigte eine gewisse Unsicherheit in der Beurteilung. Insbesondere war zu erwägen, welche Probelasten aufzubringen sind und ob Vorschriften aufgenommen werden sollen, aus denen zu entnehmen ist, unter welchen Umständen das Ergebnis einer Probebelastung als befriedigend zu betrachten ist.

In der Sitzung des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton (Arbeitsausschuß) in Stuttgart am 14. Mai 1914 legte das Königliche Materialprüfungsamt die Ergebnisse seiner Versuche mit einer Anzahl Eisenbetondecken verschiedener Konstruktion vor, die mit Fortlassung aller Konstruktionseinzelheiten und der Einzelheiten der Erbauung nachstehend veröffentlicht sind. Alle Decken wurden mit gleichmäßig verteilter Last derart versehen, daß über eine etwa 4 cm hohe Sandschicht Brettchen, Bohlstücke und Holzklötze so aufgelegt wurden, daß sich die Last möglichst gleichmäßig über die ganze Fläche verteilte und in sich beweglich blieb. Zur Erhöhung der Beweglichkeit des Lastaufbaues wurden an geeigneten Stellen eiserne oder hölzerne Rollen eingelegt (s. das Schema Abb. 1, S. 2). Die Belastung erfolgte durch Aufpacken von Eisen- oder Bleibarren oder durch hydraulischen Druck. Die Durchbiegungen wurden an beiden Stirnseiten der Deckenfelder an den in den Zeichnungen und Tabellen mit arabischen Ziffern bezeichneten Stellen gemessen. Nur bei Decke VI wurde die Durchbiegung mit Hilfe eines Rollenapparates ausschließlich in der Mitte der auf vier Seiten aufliegenden Platte gemessen.

Die nachstehend wiedergegebenen Zeichnungen (Abb. 2 bis 10) haben einem besonderen kleinen Ausschuß zur Beratung der statischen Fragen vorgelegen, der sich am 12. Juni 1914 in München auch mit der Fassung des § 11 der neuen Bestimmungen beschäftigt hat. Die Firma Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau hat diesem Ausschuß weitere Ergebnisse von Probebelastungen vorgelegt, die an einer Reihe von Bauten dieser Gesellschaft vorgenommen sind. Über diese Versuche wird nachstehend nach den Mitteilungen des Herrn Dr. ing. Koenen ebenfalls berichtet.

Es gilt, zu folgenden Fragen Stellung zu nehmen:

1. wie hoch ist die Probelast zu bemessen?
2. wann ist die Probebelastung als gelungen zu betrachten?

Zweifellos sind Probebelastungen auf das notwendigste Maß zu beschränken, um dauernde Schädigungen der Bauwerke zu vermeiden. Seitens der Baupolizeibehörden wird für die baupolizeiliche Handhabung die Festsetzung eines Höchstmaßes der Probelast für erforderlich und das $1\frac{1}{2}$ fache der Nutzlast für ausreichend gehalten.

Richtschnur für die Erörterung der zweiten Frage bildet die Ansicht, daß die bleibenden Durchbiegungen zu den Gesamtdurchbiegungen in einem angemessenen Verhältnis stehen müssen, wenn der Bauteil als standsicher betrachtet werden soll. Eine Decke, deren Durchbiegung nach Entlastung überhaupt nicht zurückgeht, muß als mangelhaft betrachtet werden.

Die nachstehend verzeichneten Deckenprüfungen des Materialprüfungsamtes Lichterfelde sind sämtlich an Versuchsstücken ausgeführt, die für den Zweck auf dem Prüffelde des Amtes eigens errichtet wurden.

Wie aus den Abb. 2 bis 10 ersichtlich ist, lagern sieben Decken an zwei Seiten auf Mauerwerksfundamenten frei auf; es handelte sich also bei diesen um eine Streifenbelastung, den ungünstigsten Fall.

Decke IV ist eine eingespannte Eisenbetonkonstruktion (kontinuierlich durchlaufende Platte) und Decke VI eine auf vier Seiten aufliegende Platte.

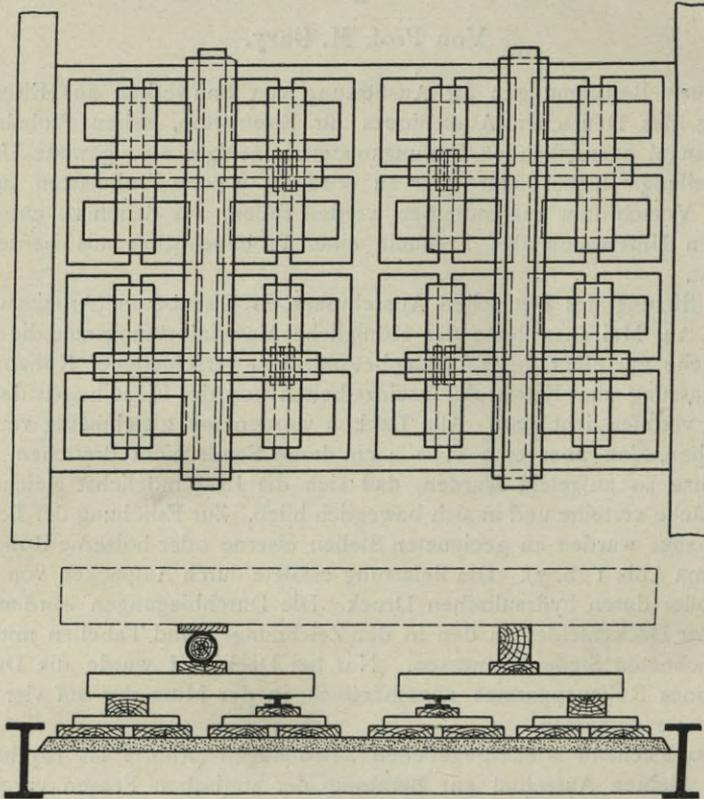


Abb. 1. Belastungsschema.

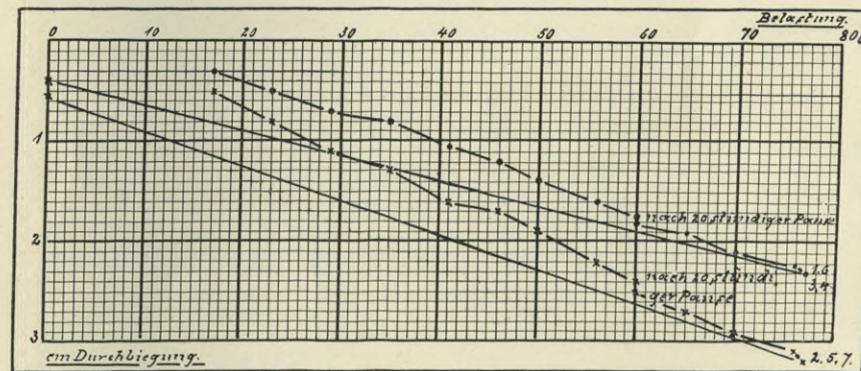
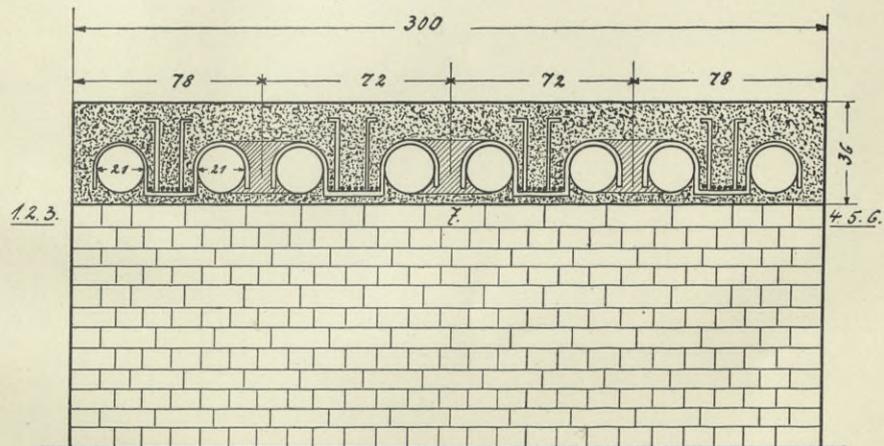
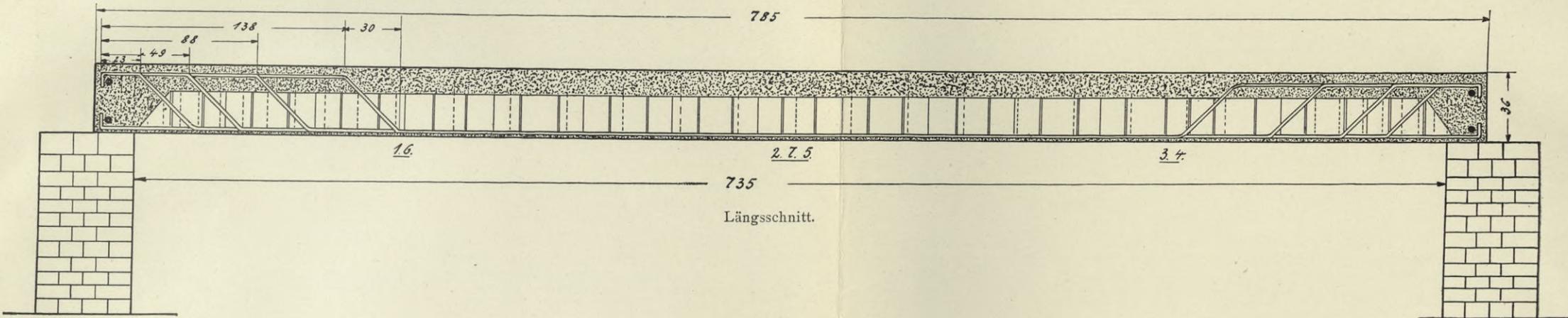
Mit den Konstruktionen II, V, VII sind je zwei Parallelversuche ausgeführt worden, die gute Übereinstimmung ergeben haben.

Die Durchbiegungen sind unter steigender Last an verschiedenen Stellen beider Seiten der Deckenstreifen gemessen worden, die mit arabischen Ziffern bezeichnet sind.

Die Durchbiegungskurven sind in die Zeichnungen eingetragen.

Mit Ausnahme der Decken I, III und IV sind alle Decken bis zum Bruch belastet worden. Die Decken I, III und IV wurden bis zu einer vorgeschriebenen Höchstlast belastet und dann entlastet. Die bleibende Durchbiegung wurde einige Zeit nach der Entlastung festgestellt.

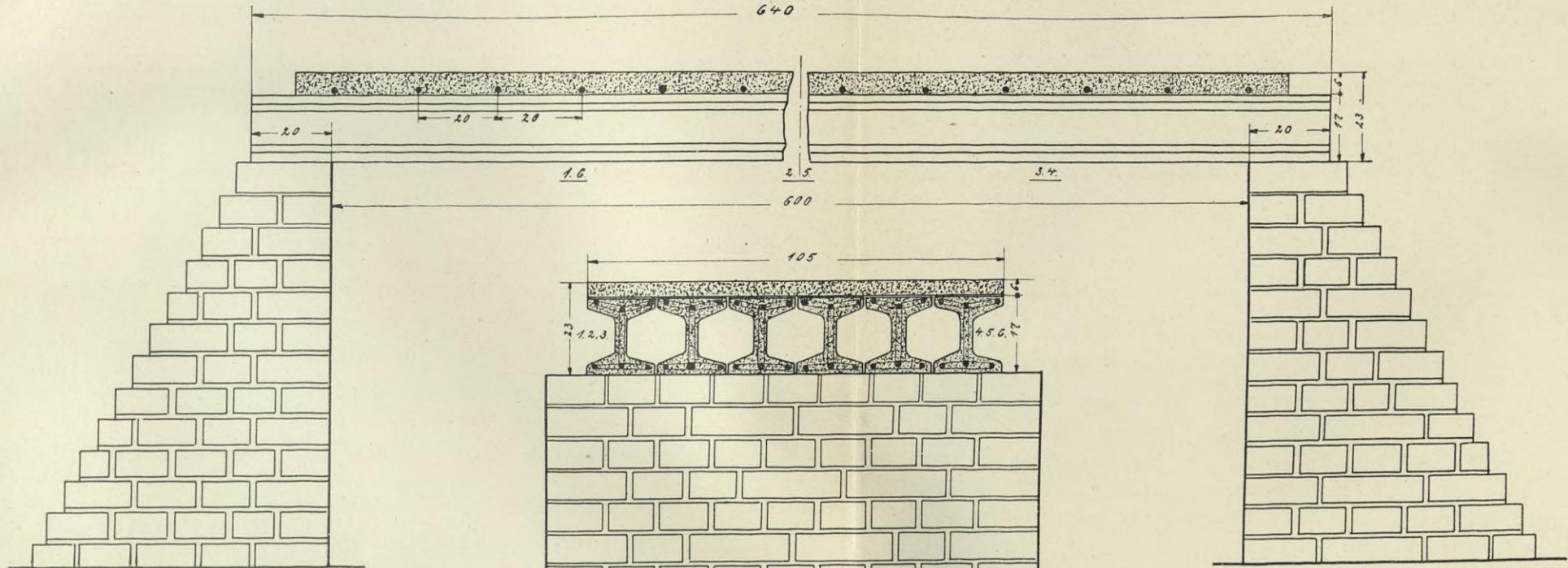
Abb. 2.
Eisenbeton-Hohldecke I.



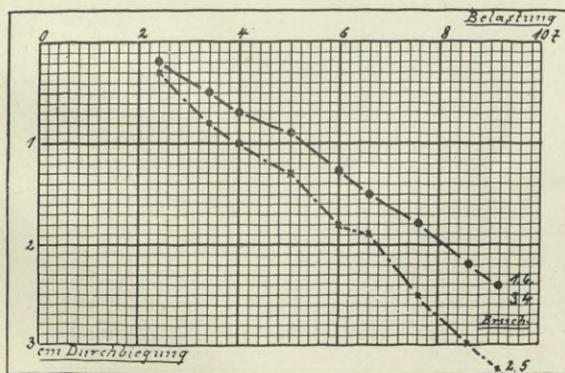
Ablesung der Durchbiegungen im Mittel aus 3 bzw. 4 Beobachtungen.
Die Punkte x—x kennzeichnen die bleibende Durchbiegung nach der Entlastung.

Abb. 3.
Eisenbeton-Hohldecke II.

Längsschnitt.

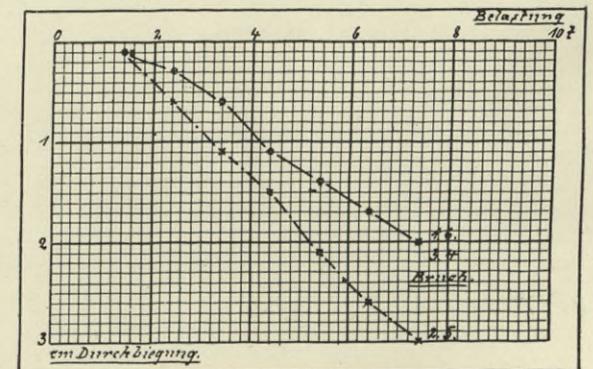


Querschnitt.



Versuch I.

Ablesung der Durchbiegungen im Mittel aus 2 bzw. 4 Beobachtungen.



Versuch II.

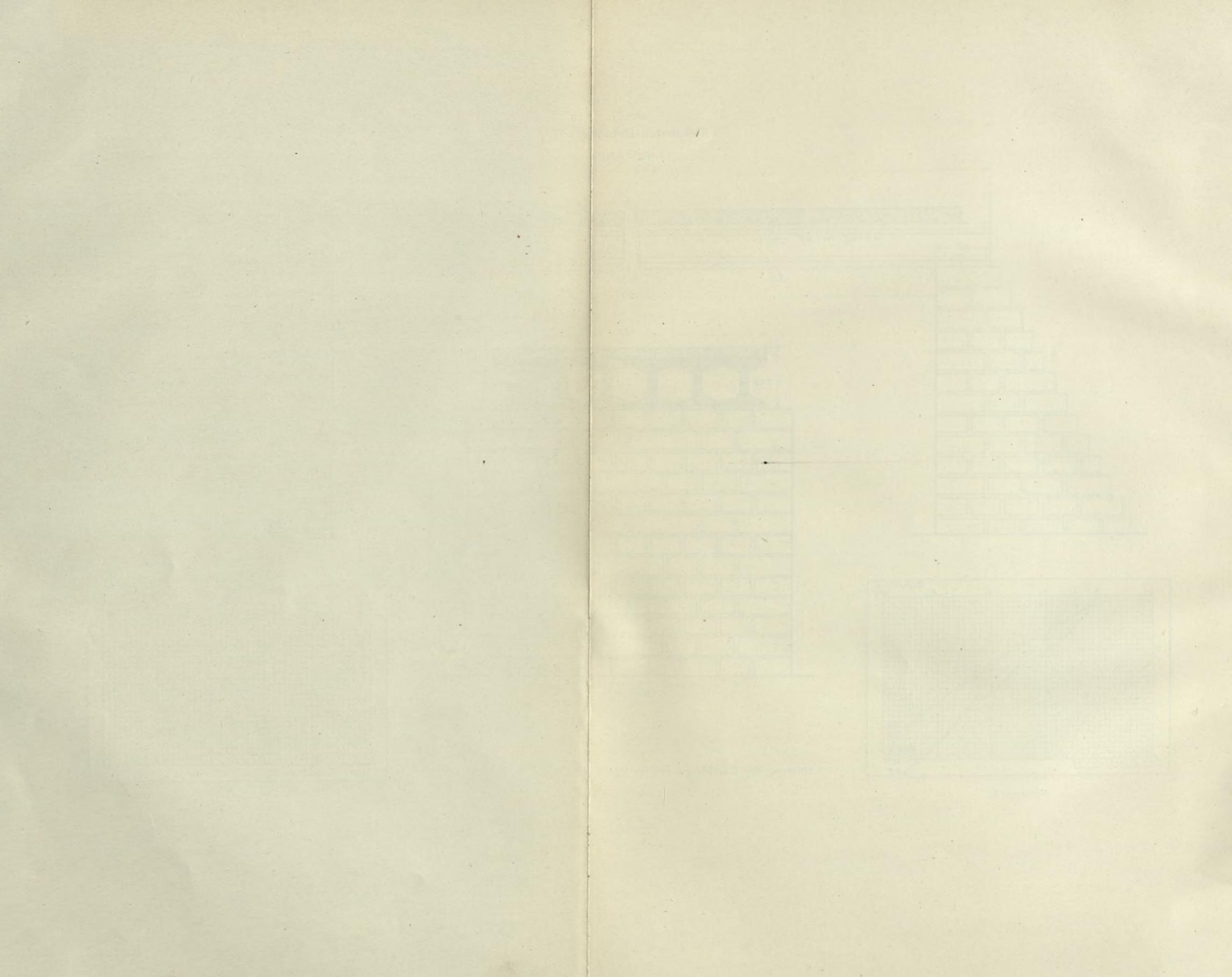
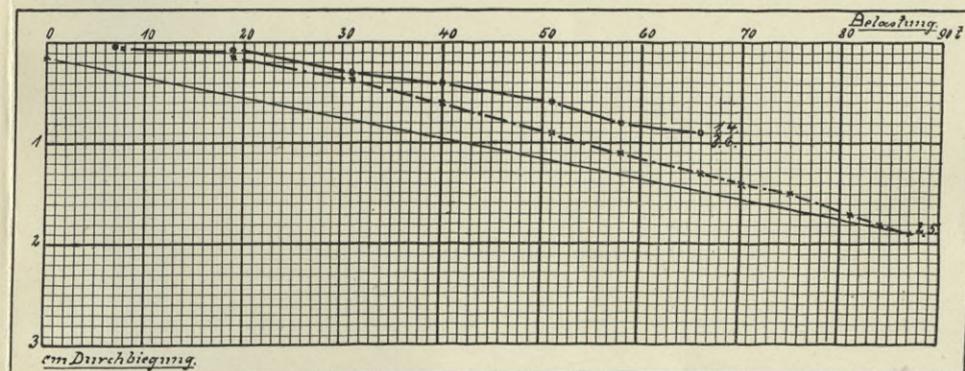
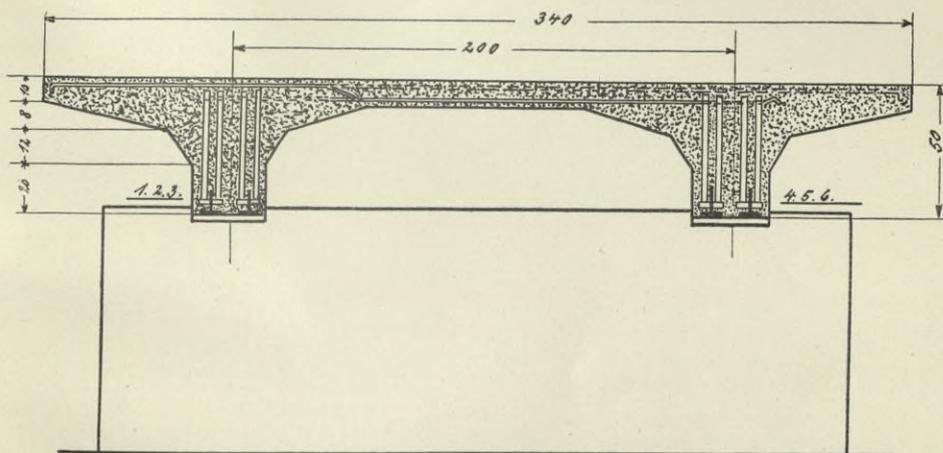
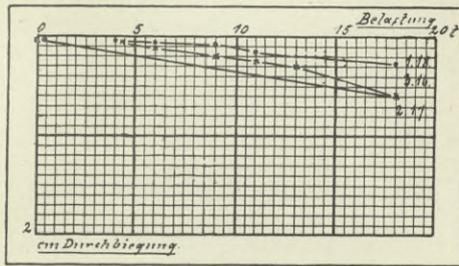
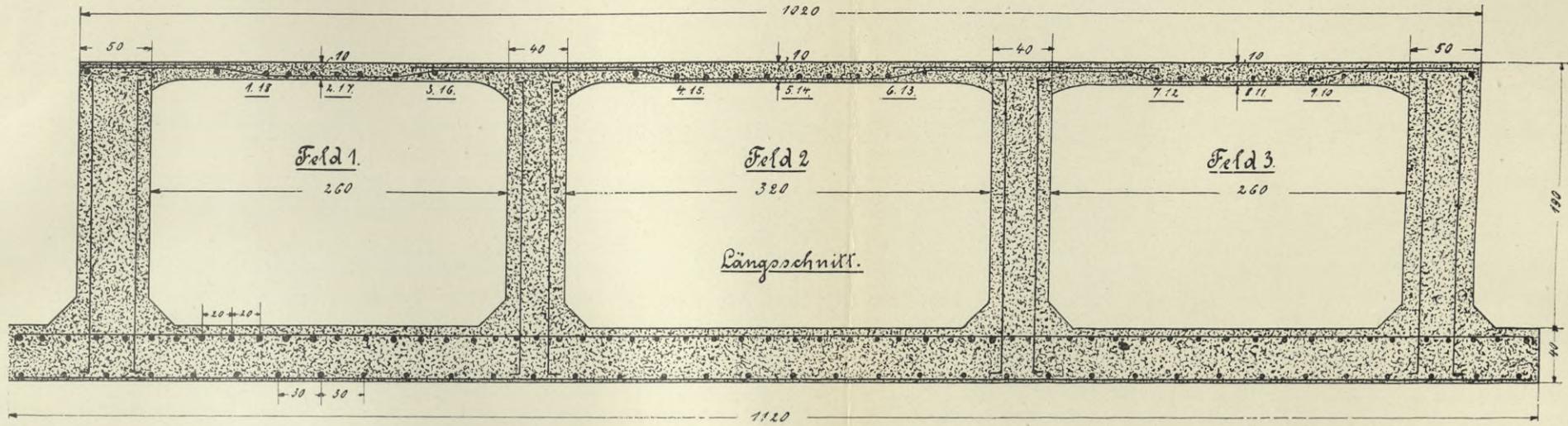


Abb. 4.
Eisenbetondecke III.

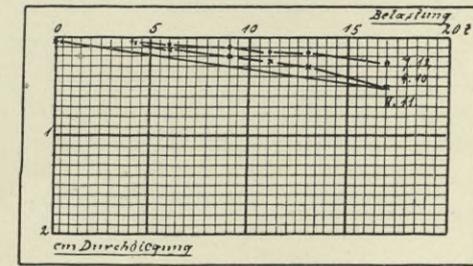
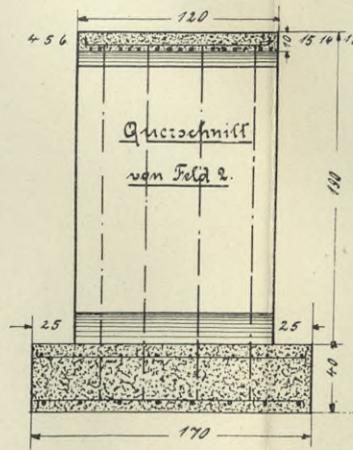


Ableseung der Durchbiegungen im Mittel aus 2 bzw. 4 Beobachtungen.
Die Punkte x—x kennzeichnen die bleibende Durchbiegung nach der Entlastung.

Abb. 5.
Eisenbetondecke IV.

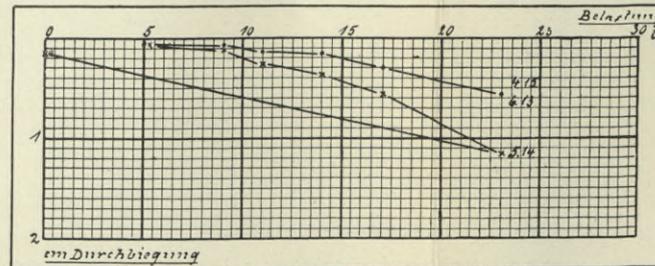


Feld 1.



Feld 3.

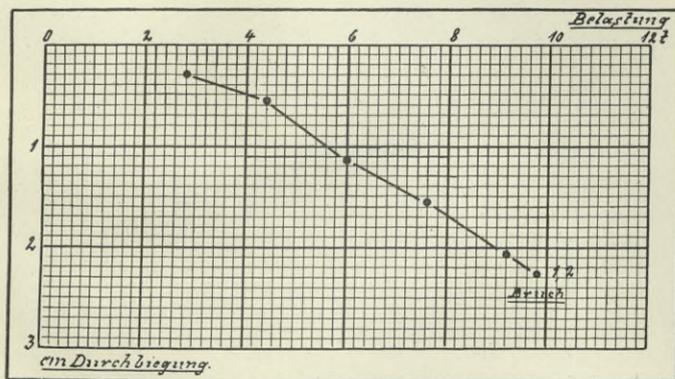
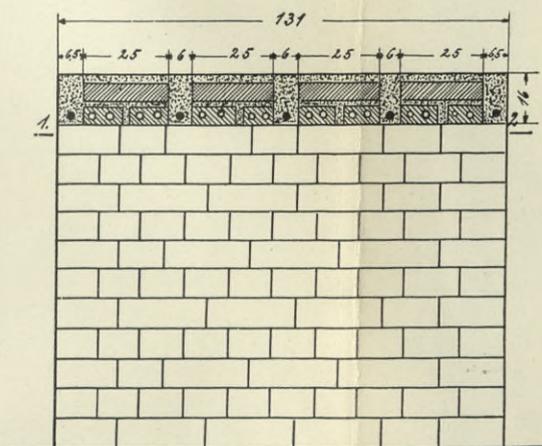
Ableseung der Durchbiegungen
von Feld 1 bis 3 im Mittel aus
2 bis 4 Beobachtungen.



Feld 2.

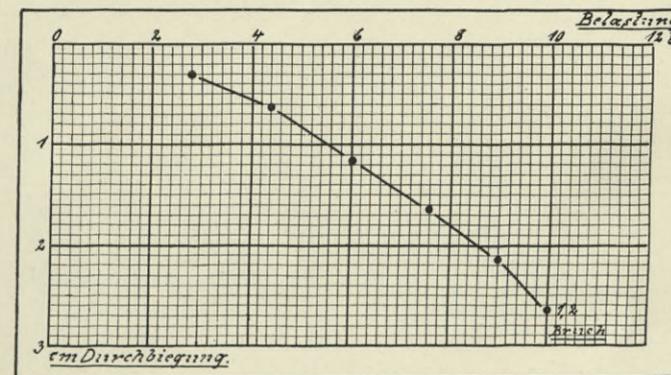
Die Punkte x—x
kennzeichnen die bleibende Durchbiegung
von Feld 1 bis 3 nach der Entlastung.

Abb. 6.
Steindecke V.



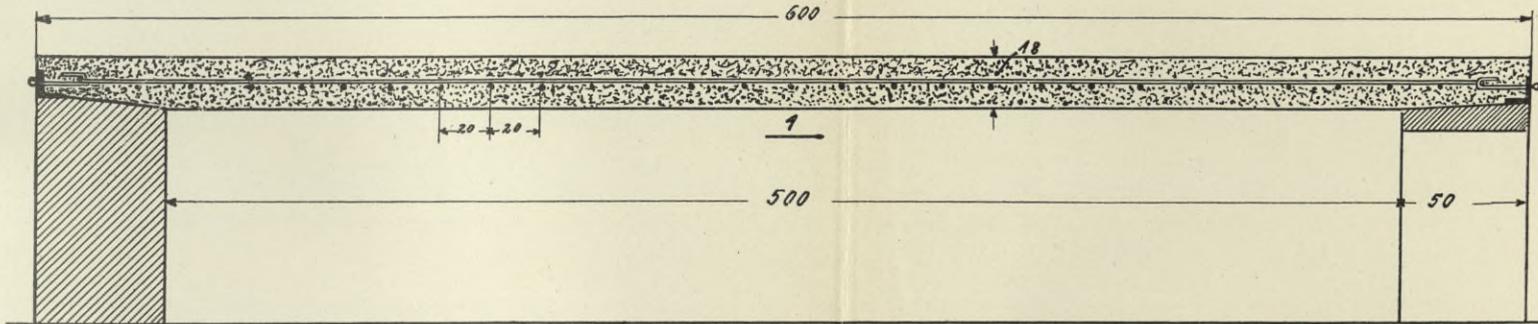
Versuch I.

Ablesungen der Durchbiegung im Mittel aus 2 Beobachtungen.

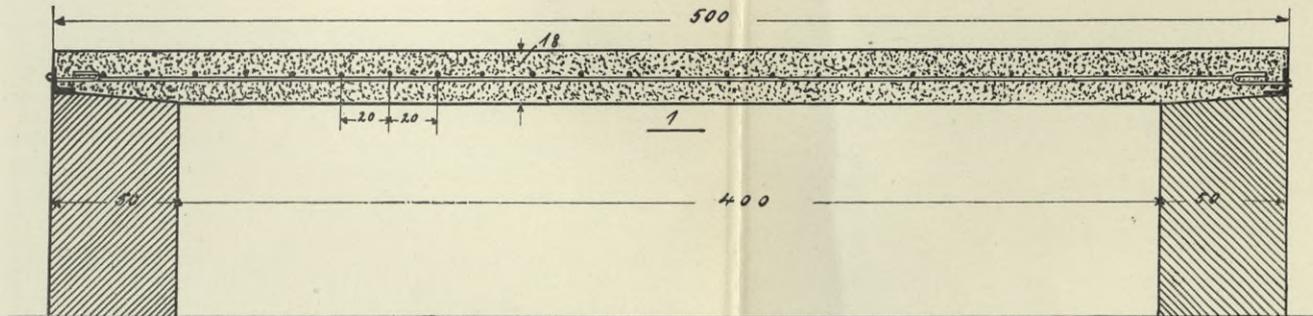


Versuch II.

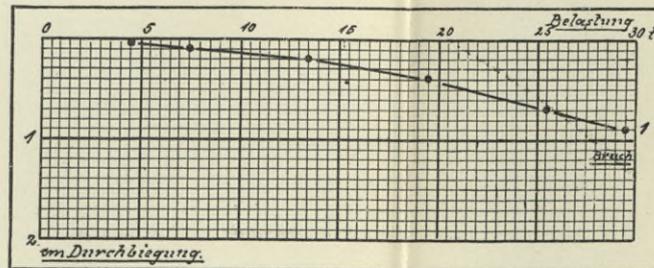
Abb. 7.
Decke aus Gußbeton VI.



Längsschnitt.

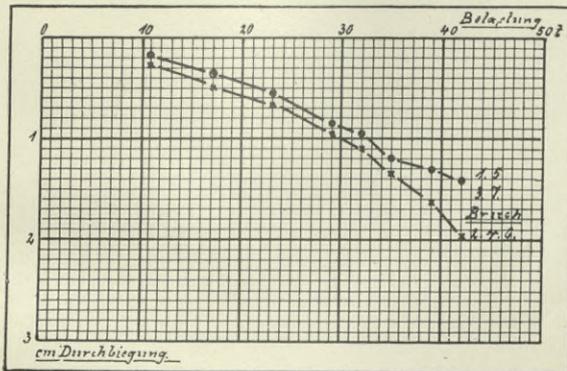
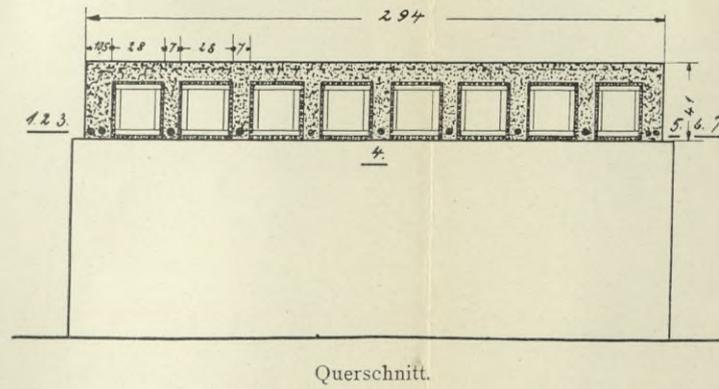
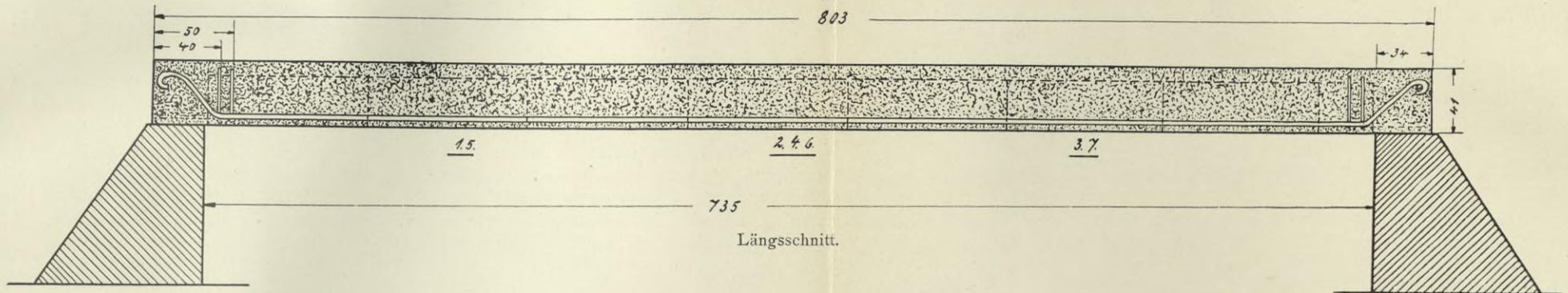


Querschnitt.



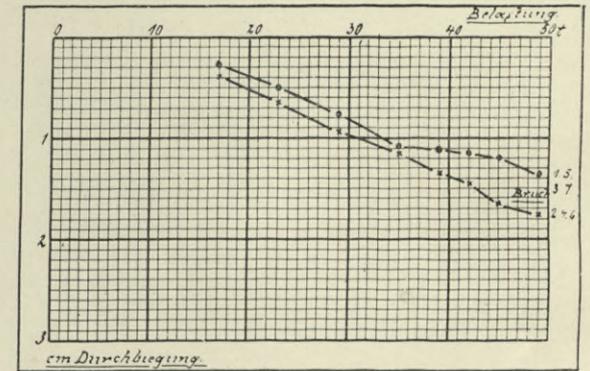
Ablesung der Durchbiegungen bei 1.

Abb. 8.
Rohrzellendecke VII.



Versuch I.

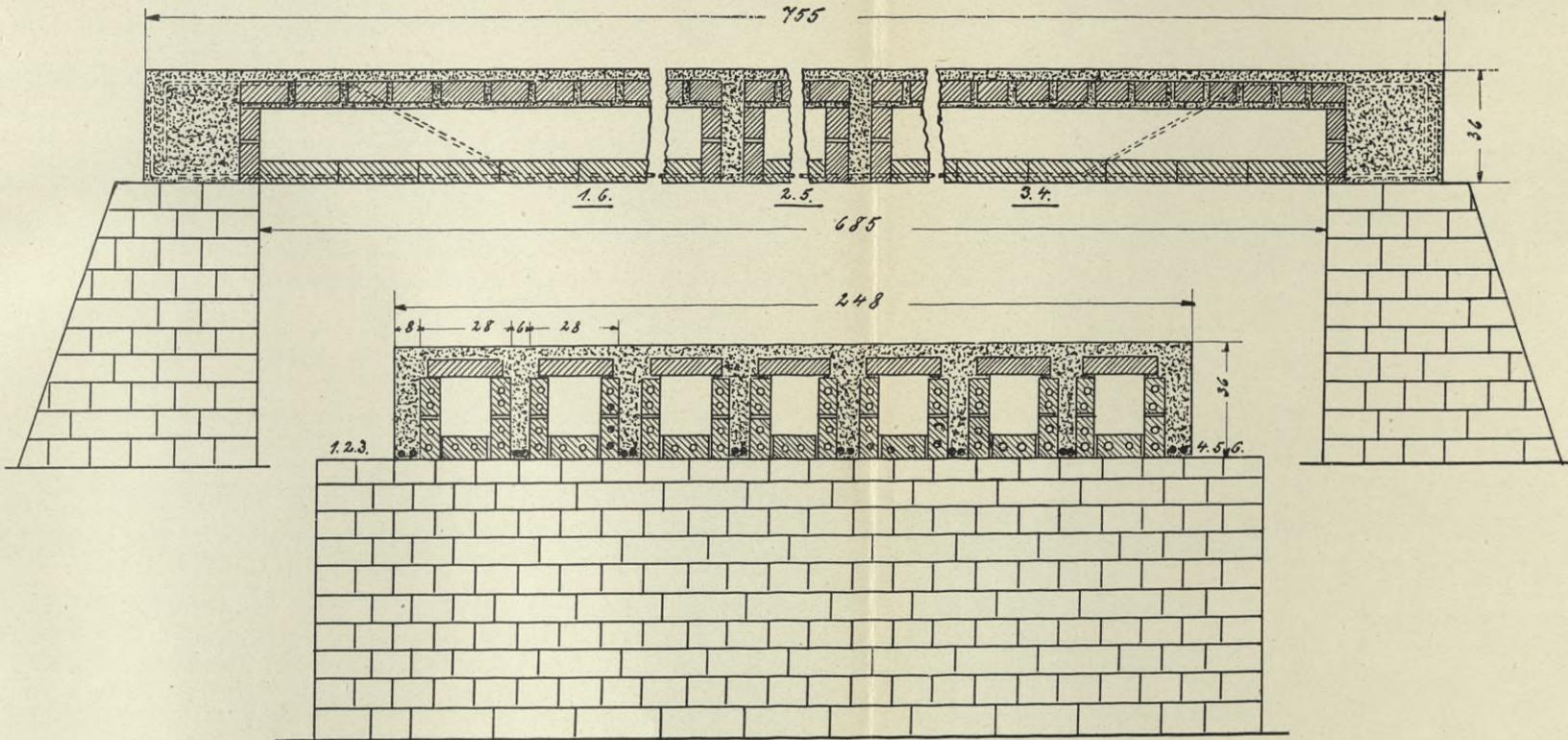
Ableseung der Durchbiegungen im Mittel aus 3₁ bzw. 4 Beobachtungen.



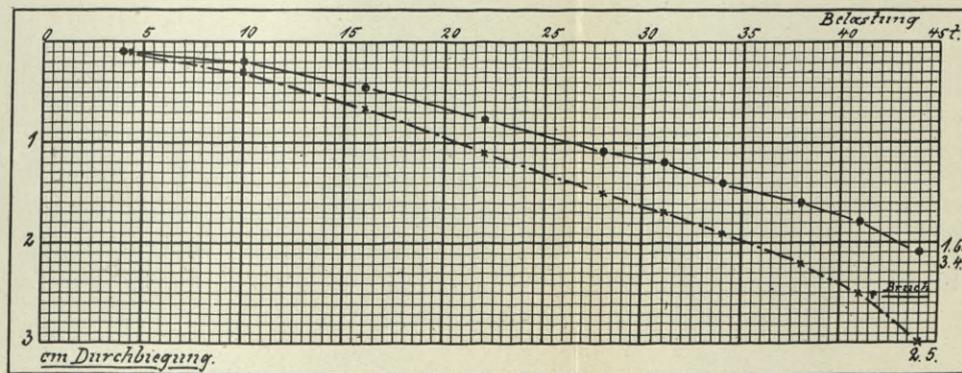
Versuch II.

Abb. 9.
Hohlkörper-Steindecke VIII.

Längsschnitt.

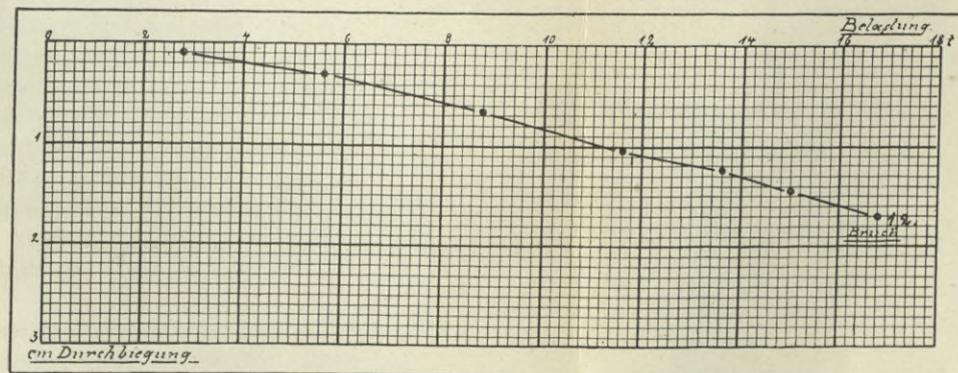
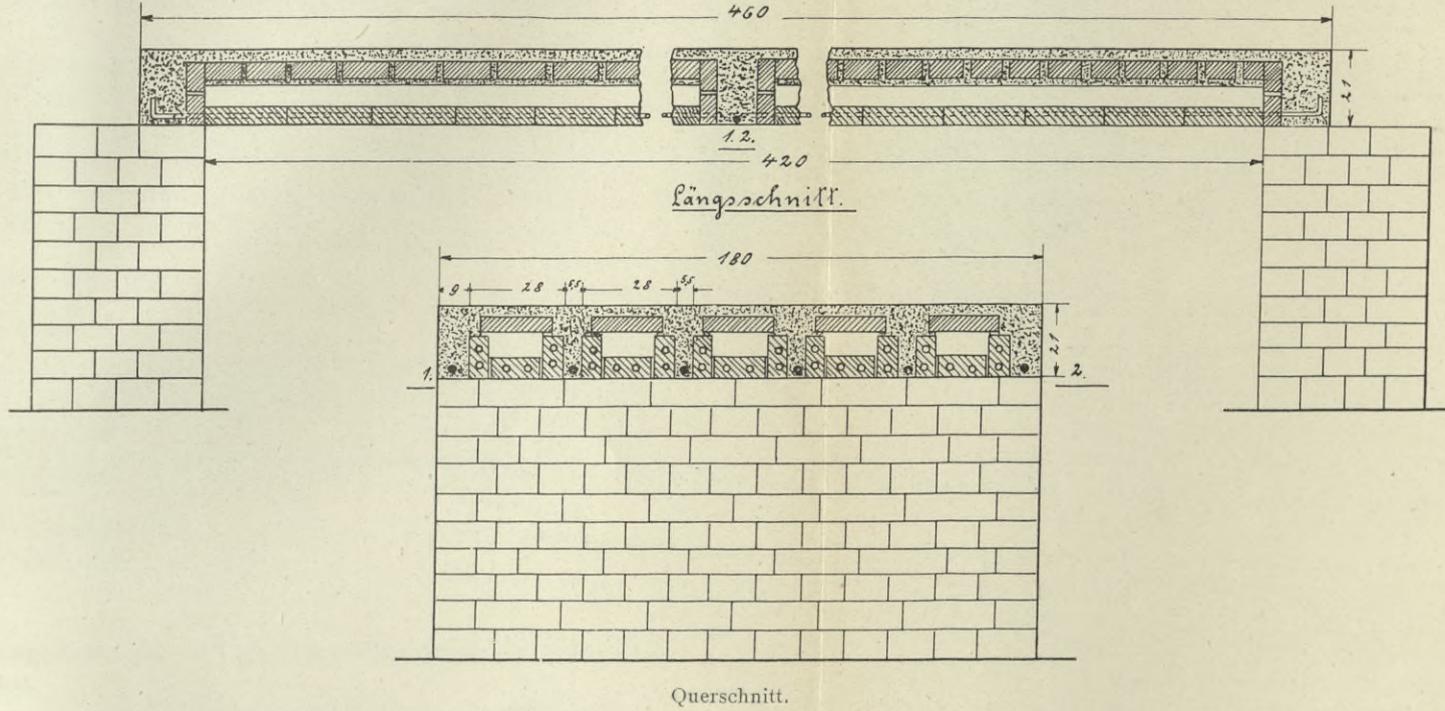


Querschnitt.

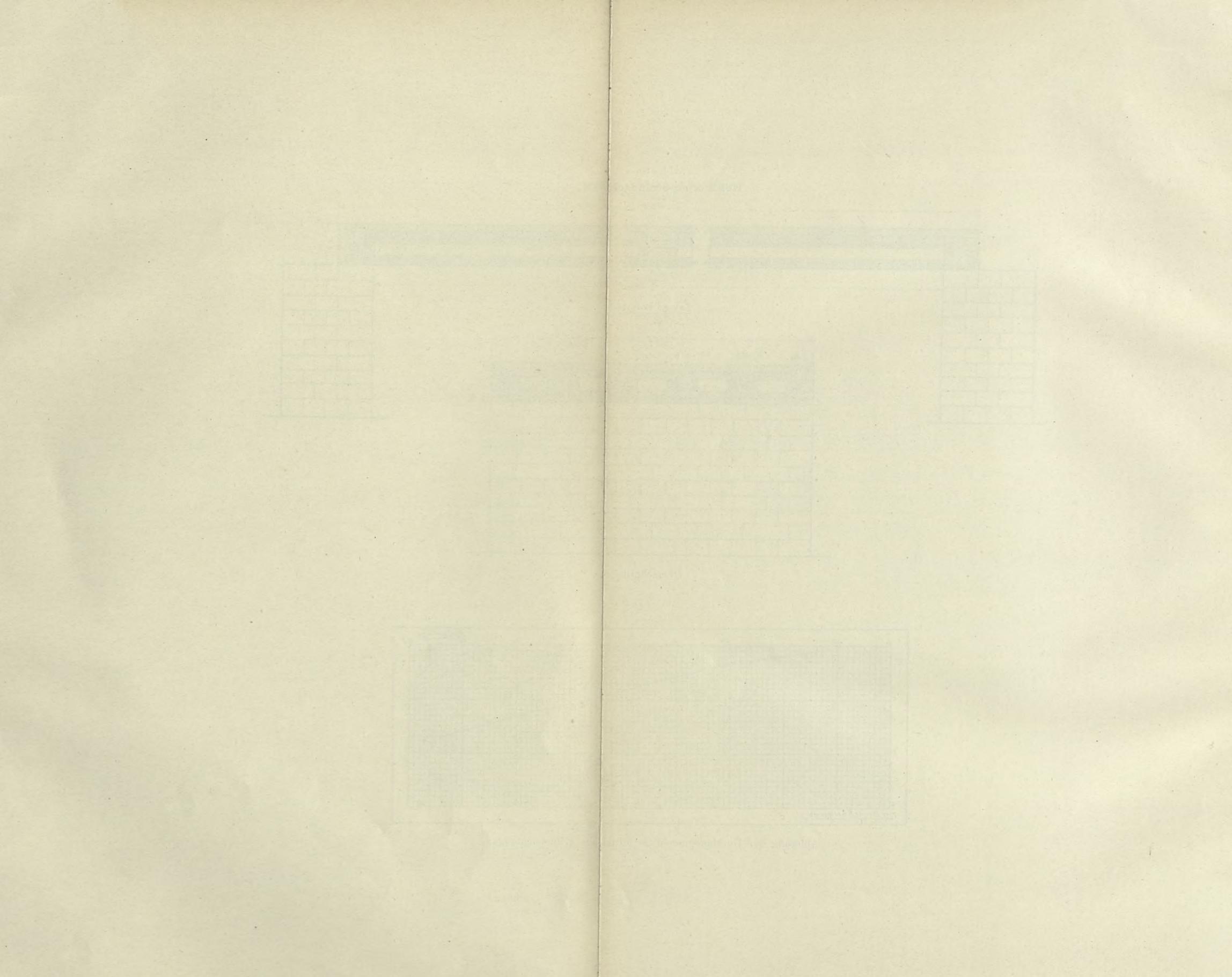


Ablesung der Durchbiegung im Mittel aus 2 bzw. 4 Beobachtungen.

Abb. 10.
Hohlkörper-Steindecke IX.



Ablesung der Durchbiegungen im Mittel aus 2 Beobachtungen.



Decke I, eine Eisenbeton-Hohldecke, wurde bei 7,35 m freier Länge bis zu 77 t, auf 1 qm mit 3508 kg, belastet, also weit höher als nach den Bestimmungen, die nur 1,5 p vorschreiben, nötig gewesen wäre. Die Durchbiegung in der Mitte betrug unter der Höchstlast rund 32 mm, die bleibende Durchbiegung nach der Entlastung nur rund 5 mm, also weniger als $\frac{1}{6}$, obgleich 6 t Last 20 Stunden lang auf der Decke ruhten und die Durchbiegung in der Mitte in dieser Zeit etwa 1 mm zunahm.

Decke III, eine Eisenbetonplatte mit zwei Unterzügen, wurde bei ebenfalls 7,35 m freier Länge bis zu 87,7 t, auf 1 qm mit 3373 kg, also fast ebenso hoch als die vorhergehende Decke belastet, ergab unter dieser hohen Last nur 19 mm Durchbiegung in der Mitte und nach Entlastung nur 1,6 mm bleibende Durchbiegung, also weniger als $\frac{1}{10}$.

Decke IV ist eine aus 3 Feldern bestehende Eisenbetondecke mit durchlaufender Stahldrahtbewehrung. Das Mittelfeld (Feld 2) von 3,20 m Spannweite wurde zuerst für sich mit 5100 kg, d. h. mit 1328 kg/qm, belastet. Dabei ergab sich die größte Durchbiegung in der Mitte auf 0,8 mm. Bei Entlastung ging die Decke in die Nullage zurück.

Dann wurde das Endfeld 1 mit 3580 kg = 1147 kg/qm belastet und 0,3 mm größte Durchbiegung in der Mitte gemessen.

Bei Entlastung ging auch dieses Feld wieder auf Null zurück.

Schließlich wurden alle 3 Felder gleichmäßig belastet, wie in der Tabelle 1 und auf der Zeichnung angegeben ist. Es ergab sich

bei Feld 1 unter	17,53 t = 5689 kg/qm	5,5 mm	Durchbiegung
„ „ 2 „	22,67 „ = 5904 „	11,6 „	„
„ „ 3 „	17,17 „ = 5503 „	5,4 „	„

Nach dem Entlasten wurde bezw. 1. 0,5 mm

„ 2. 1,2 „

„ 3. 0,5 „

bleibende Durchbiegung festgestellt, also in allen drei Fällen etwa $\frac{1}{10}$ der Durchbiegung unter der Höchstlast.

Die in Tab. 1, S. 4 zusammengefaßten Versuchsergebnisse an neun in Lichteckfeldern geprüften Decken erfahren eine wertvolle Ergänzung durch 13 Belastungsversuche, die die Firma Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau in Berlin in den Jahren 1897 bis 1913 ausgeführt und dem Ausschuß freundlichst zur Verfügung gestellt hat. Die in Tab. 2, S. 5 kurz zusammengefaßten Ergebnisse sind zum Teil (Nr. 1 bis 7) der Druckschrift über die Koenensche Voutenplatte (S. 19 bis 29) entnommen, in der Probelastungen vor dem Königl. Polizeipräsidentium Berlin (Nr. 1), in Dresden (Nr. 2, Königl. Intendantur-Dienstgebäude, Wasserstraße 5/6), in Freiburg i. B. (Nr. 3, Artilleriekaserne), in Dortmund (Nr. 4, Städt. Schlachthof), in Chemnitz (Nr. 5, Neubau Bruno Henning), in Dülmen (Nr. 6, Lagerhaus Wm. M. Bendix) und in Berlin (Nr. 7, Neubau des Land- und Amtsgerichts I) eingehend beschrieben werden. Der letztere Versuch ist seinerzeit auch im Zentralblatt der Bauverwaltung Nr. 48A vom 30. November 1898 besprochen worden.

Die Einzelheiten der bisher noch nicht veröffentlichten Versuche sind nachstehend mitgeteilt und durch beige druckte Skizzen erläutert (Abb. 11 bis 16). Besonderes Interesse beanspruchen die Versuche 12 und 13, auf die nachstehend näher eingegangen ist, wegen der großen Spannweite und wegen der Anwendung des Bulbeisens.

Allgemeine Schlüsse lassen sich aus den Versuchen nicht ziehen. Sie sind nur teilweise unmittelbar miteinander vergleichbar und müssen jeder für sich betrachtet werden.

Bemerkenswert ist aber, daß bei keinem der Versuche eine größere bleibende Durchbiegung als 0,5 cm, meist aber sehr viel weniger festgestellt wurde.

Ergebnisse der Probabelastungen von neun Decken in Lichterfelde.

Nr.	Deckenart	Größe des beobachteten Feldes qm	Höchstlast kg	Auf 1 qm kg	Auf 1 qm mehr Last als bei $0,5g + 1,5p$ gefordert*) kg	Größte Durchbiegung im Mittel cm	Bleibende Durchbiegung nach Entlastung cm
I	Eisenbetondecke	22,00	77 000	3508	2400	an den Stellen 1, 6, 3, 4 2, 5, 7 2,31 3,21	0,5
		6,30	9 200	1457	431	an den Stellen 1, 6, 3, 4 2, 5 2,43 3,43	Bruch
III	Eisenbetondecke	26,00	87 700	3373	2263	an den Stellen 1, 4, 3, 6 2, 5 0,90 1,93	0,16
		Feld 1 2 3 3,12 3,84 3,12 17 530 22 670 17 170	Feld 1 2 3 5689 5904 5503	Feld 1 2 3 4700 5000 4630	Feld 1 1, 18, 3, 16 2, 17 0,23 0,55	Feld 2 4, 15, 6, 13 5, 14 0,55 1,16	Feld 3 7, 12, 9, 10 8, 11 0,28 0,54
V	Steindecke	5,24	10 000	1906	964	an den Stellen 1, 2 2,23	Bruch
VI	Decke aus Gußbeton	20,00	30 210	1423	650	an den Stellen 1 0,88	Bruch
VII	Rohrzellendecke	21,60	50 420	2248	1000	an den Stellen 1, 5, 3, 7 2, 4, 6 1,40 1,78	Bruch
VIII	Hohlkörper-Steindecke	17,00	44 400	2612	1438	an den Stellen 1, 6, 3, 4 2, 5 2,10 3,2	Bruch
		7,56	16 810	2224	1220	an den Stellen 1, 2 1,70	Bruch

*) $p = 500 \text{ kg/qm}$, $0,5g + 1,5p$ nach den ministeriellen Bestimmungen für die Ausführung von Konstruktionen aus Eisenbeton bei Hochbauten vom 24. Mai 1907.

Tabelle 2.

Ergebnisse der Probelastungen

ausgeführt von der Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau.

Nr.	Deckenart	Größe des beobachteten Feldes qm	Höchstlast kg	Auf 1 qm kg	Auf 1 qm mehr Last als bei 0,5 g + 1,5 p gefordert kg	Größte Durchbiegung im Mittel cm	Bleibende Durchbiegung nach Entlastung cm	Jahr
1	Koenensche Voutenplatte	2,94	20 245	6910	—	1,94	0,58	1897
2	"	6,81	3 450 (Einzellast)	—	—	0,075	—	1902
3	"	7,00	4 000 (Einzellast)	—	—	0,15	—	1900
4	"	—	—	1000	80	0,08	—	1902
5	"	4,85	10 912	2250	—	0,20	0,04	1902
6	"	13,50	43 250	3200	1815	0,24	0,03	1903
7	"	2,97	20 245	6910	—	1,94	0,06	1897
8	Eisenbetondecke	2,50	6 084	2440	790	0,80	0,20	1913
9	"	3,00	7 166	2389	684	0,06	0,025	1913
10	Eisenbetonbalken	5,72	28 527	5000 kg/m	—	1,40	0,35	1913
11	Eisenbetondecke	3,74	1 309	350	125	0,26	—	1913
12	"	6,05	17 760	2935	1385	0,25	0,10	1913
13	"	6,05	18 160	3000	1450	0,265	0,07	1913

Versuch Nr. 8.

Neubau Klinger in Tempelhof (Abb. 11).

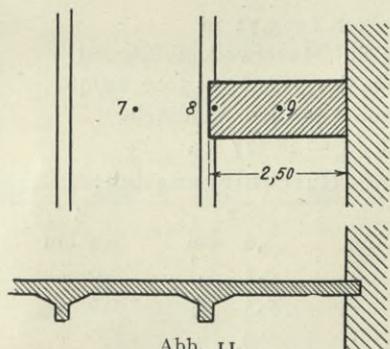


Abb. 11.

Deckenplatte $l = 2,50$ m

Endfeld, eine Seite auf Mauerwerk aufliegend

$$g + 2p = 300 + 2 \cdot 1000 = 2300 \text{ kg}$$

$$1 \cdot 2,50 \cdot 2300 = 5750 \text{ kg} = 90 \text{ Sandsäcke}$$

$$\text{von je } 67,6 \text{ kg} = 6084 \text{ kg.}$$

nach
Aufbringung
von:

Durchbiegung bei:

	7	8	9
1555 kg	0,00 cm	0,00 cm	0,1 cm
3110 "	0,00 "	0,05 "	0,15 "
4597 "	0,00 "	0,05 "	0,20 "
6084 "	0,00 "	0,12 "	0,35 "
Zunahme nach 24 Stunden:	0,05 "	0,10 "	0,8 "
nach Abnahme von:	1555 kg	0,05 "	0,10 "
" " "	3110 "	0,05 "	0,05 "
" " "	4597 "	0,05 "	0,05 "
" " "	6084 "	0,05 "	0,05 "
Abnahme nach 24 Stunden:	—	—	0,20 "

Nach Belastung entsprechend den Bestimmungen:

$$\text{Durchbiegung} \frac{0,80}{2500} = \frac{1}{3125} l$$

$$\text{Nach Entlastung Durchbiegung} \frac{0,20}{2500} = \frac{1}{12500} l$$

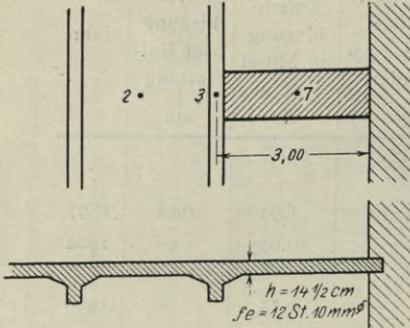


Abb. 12.

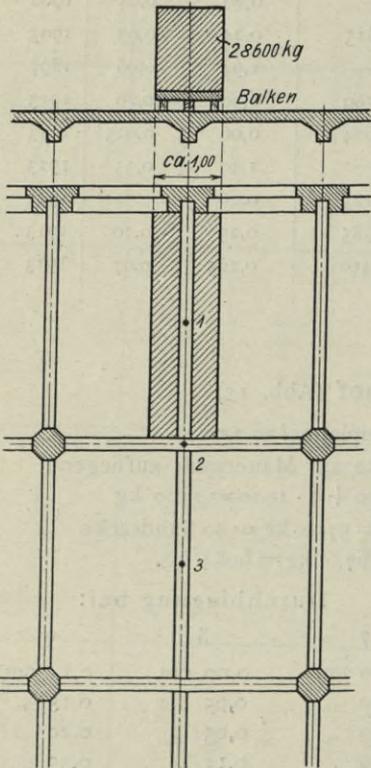


Abb. 13.

nach Abnahme von:	7 233 kg
" " "	14 466 "
" " "	21 294 "
" " "	28 527 "
Nach Verlauf von 3 Stunden:	

Versuch Nr. 9.

Neubau Klinger in Tempelhof (Abb. 12).

Deckenplatte $l = 3,00$ m

Endfeld, eine Seite auf Mauerwerk aufliegend

$$g + 2p = 350 + 2 \cdot 1020 = 2390 \text{ kg/qm}$$

$$1,0 \cdot 3,0 \cdot 2390 = 7170 \text{ kg} = 106 \text{ Sandsäcke}$$

$$\text{von je } 67,6 \text{ kg} = 7166 \text{ kg.}$$

nach
Aufbringung

Durchbiegung bei:

von:	1	2	3
1825 kg	0,1 cm	0,00 cm	0,00 cm
3650 "	0,2 "	0,1 "	0,00 "
5408 "	0,45 "	0,1 "	0,00 "
7166 "	0,6 "	0,15 "	0,00 "

nach Ab-
nahme von

1825 kg	0,6 "	0,1 "	0,00 "
3650 "	0,5 "	0,1 "	0,00 "
5408 "	0,4 "	0,05 "	0,00 "
7166 "	0,25 "	0,00 "	0,00 "

Nach Belastung entsprechend den Bestimmungen:

$$\text{Durchbiegung} \frac{0,6}{3000} = \frac{1}{5000} l$$

$$\text{Nach Entlastung Durchbiegung} \frac{0,25}{3000} = \frac{1}{12000} l$$

Versuch Nr. 10.

Neubau Klinger in Tempelhof (Abb. 13).

Deckenbalken $l = 5,72$ m

Endfeld, eine Seite auf Mauerwerk aufliegend

$$0,5g + 1,5p = 0,5 \cdot 1260 + 1,5 \cdot 2925 = 5000 \text{ kg/qm}$$

$$5,72 \cdot 5000 = 28600 \text{ kg} = 422 \text{ Sandsäcke}$$

$$\text{von je } 67,6 \text{ kg} = 28527 \text{ kg.}$$

nach
Aufbringung

Durchbiegung bei:

von	1	2	3
8 247 kg	0,2 cm	0,0 cm	0,0 cm
14 737 "	0,5 "	0,2 "	0,0 "
21 294 "	0,9 "	0,3 "	0,0 "
28 527 "	1,3 "	0,4 "	0,0 "

nach Verlauf von 2 Stunden:

1,4 cm	0,5 "	0,0 "
--------	-------	-------

nach Verlauf von 3 Stunden:	0,35 "	0,20 "	0,0 "
-----------------------------	--------	--------	-------

Nach Belastung entsprechend den Bestimmungen:

$$\text{Durchbiegung} \frac{1,4}{5720} = \frac{1}{4000} l$$

Nach Entlastung Durchbiegung $\frac{0,5}{5720} = \frac{1}{11440} l.$

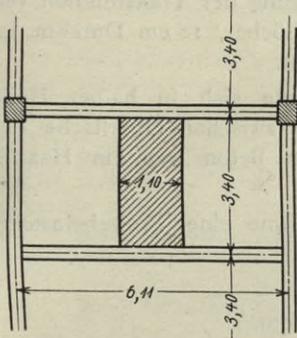


Abb. 14.

Versuch Nr. 11.

Neubau Telegraphenzeugamt Tempelhof

(Abb. 14).

Deckenplatte $l = 3,40$ m

Mittelfeld zwischen Eisenbetonbalken.

$$g + 2p = 150 + 2 \cdot 100 = 350 \text{ kg/qm}$$

$$1,1 \cdot 3,40 \cdot 350 = 1309 \text{ kg}$$

Belastungsmaterial: Kies = 1800 kg/cbm,

d. h. = 0,73 m hohe Schüttung.

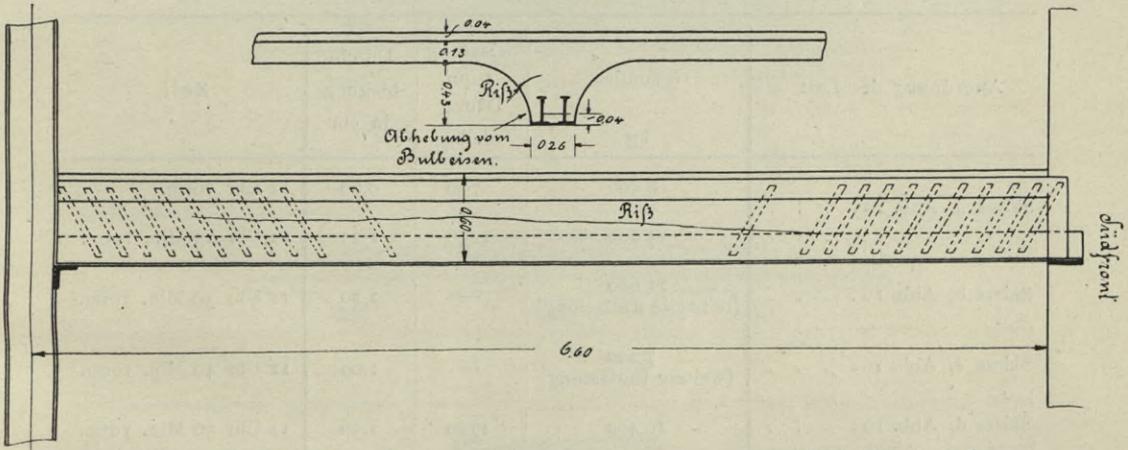
Nach Belastung entsprechend den Bestimmungen:

$$\text{Durchbiegung} 2,6 \text{ mm} = \frac{2,6}{3400} = \frac{1}{1300} l.$$

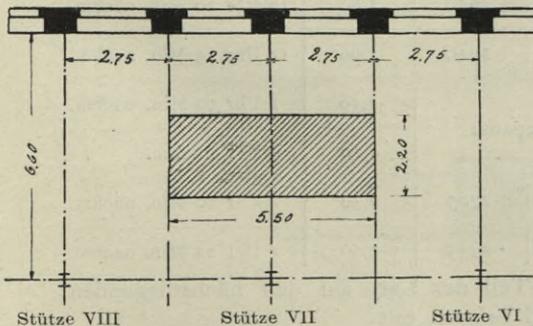
Versuch Nr. 12 u. 13.

Belastungsprobe in der Erweiterung des Wernerwerkes 1912/13

(Abb. 15).



Grundriß zur Belastung A.



Grundriß zur Belastung B.

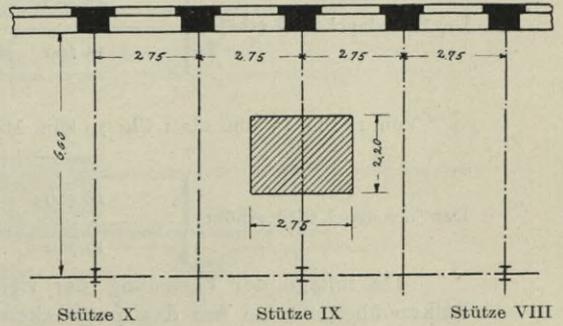


Abb. 15.

A. Belastung des über dem I. Stockwerk liegenden Bulbeisenbalkens, der an der siebenten Säule, von der Westfront her gerechnet, angeschlossen ist, und nach der Südfront des Anbaues liegt. Freie Länge des Balkens 6,60 m, Deckenbreite 2,75 m.

Den Querschnitt des Balkens zeigt Abb. 15, S. 7.

Zwecks Anbringung der Transmission war zwischen den Bulbeisen eine 4 cm tiefe Betonaussparung gelassen; später wurde die Anbringung der Transmission verändert, und auf jeder Seite der Bulbeisen wurden zwölf Löcher, 10 cm Durchm. im Querschnitt groß, bis auf den Bulbeisenflansch eingestemmt.

Nach dem Anbringen der Transmissionslager zeigte sich in halber Höhe des Balkens an der einen Seite im Beton ein Riß und zwischen Oberfläche des unteren Flansches der Bulbeisen und dem aufsetzenden Beton war ein Haarriß entstanden.

Diese Erscheinungen gaben Veranlassung zur Vornahme einer Probebelastung.

Belastung am 1. März 1913:

Belastungsfeld wie Grundriß A.

Belastete Fläche $5,50 \cdot 2,20 = 12,10$ qm.

Die Belastung bestand aus Sandsäcken von je 80 kg Gewicht.

Die Decken waren für eine Nutzlast = 600 kg/qm

50% Zuschlag für Erschütterung = 300 „

zusammen 900 kg/qm

und für ein Eigengewicht von 400 kg/qm berechnet.

Anordnung der Last	Gesamtlast kg	Belastung 1 qm Decke rd. kg	Durch- biegung in cm	Zeit
Skizze a, Abb. 16	8 400	700	0,60	11 Uhr vorm.
	15 200	1256	1,25	11 Uhr 25 Min. vorm.
Skizze b, Abb. 16	11 680 (teilweise Entlastung)	—	1,20	11 Uhr 30 Min. vorm.
Skizze c, Abb. 16	7 200 (weitere Entlastung)	—	1,00	11 Uhr 40 Min. vorm.
Skizze d, Abb. 16	10 400	1720	1,30	11 Uhr 56 Min. vorm.
Der Sackstapel wird erhöht	13 600	2250	1,60	12 Uhr 10 Min. nachm.
	15 200	2510	1,90	12 Uhr 15 Min. nachm.
Von 12 Uhr 15 Min. bis 1 Uhr 30 Min. Mittagpause			2,10	1 Uhr 30 Min. nachm.
			2,20	2 Uhr nachm.
Der Sackstapel wird erhöht	16 480	2725	2,30	2 Uhr 10 Min. nachm.
	17 760	2935	2,50	2 Uhr 22 Min. nachm.

Da infolge der Verteilung der vierte Teil der Last auf den nächstliegenden Balken übergeht, so war das qm Deckenfeld belastet mit

$$\frac{3}{4} \cdot 2935 = \text{rd. } 2200 \text{ kg/qcm, das ist } = 2p + g = 2 \cdot 900 + 400 = 2200 \text{ kg/qcm.}$$

Die Belastung verbleibt bis zum Montag den 3. März vormittags auf der Platte.

	Durchbiegung in cm	Zeit
Ablesung	3,00	9 Uhr 30 Min. vorm.
Nach Entlastung um 1280 kg	2,95	9 Uhr 38 Min. vorm.
	2,85	9 Uhr 40 Min. vorm.
Nach Entlastung um 1600 kg	2,70	9 Uhr 45 Min. vorm.
	2,40	9 Uhr 50 Min. vorm.
Nach Entlastung um 3200 kg	2,00	9 Uhr 55 Min. vorm.
	1,60	10 Uhr vorm.
Nach Entlastung um 3600 kg	1,15	10 Uhr 7 Min. vorm.
	1,00	12 Uhr mittags

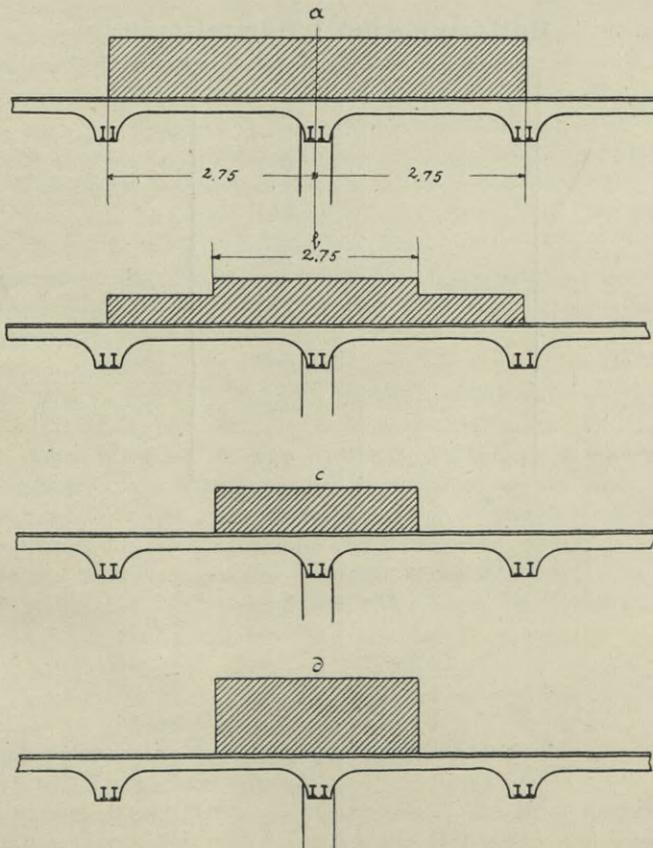


Abb. 16.

B. Belastung des über dem II. Stockwerk liegenden Bulbeisenbalkens, der an der neunten Säule, von der Westfront her gerechnet, angeschlossen ist und nach der Südfront des Anbaues liegt. (s. Grundriß zur Belastung B. Abb. 15.)

Belastung am 4. März 1913.

Belastete Fläche $2,75 \cdot 2,20 = 6,05$ qm.

Gesamtlast kg	Belastung für 1 qm Decke rd. kg	Durchbiegung in cm	Zeit
4 320	710	0,50	8 Uhr 59 Min. vorm.
7 600	1256	0,95	9 Uhr 5 Min. vorm.
10 800	1785	1,35	9 Uhr 13 Min. vorm.
14 000	2314	1,85	9 Uhr 18 Min. vorm.
15 600	2578	2,15	9 Uhr 21 Min. vorm.
16 880	2790	2,35	9 Uhr 24 Min. vorm.
18 160	3000	2,65	9 Uhr 32 Min. vorm.

Entlastung um 1 Uhr mittags.

um rd. kg			
1280		2,90	
1280		2,85	
1600		2,65	
3200		2,25	
3200		1,95	
3600		1,40	
3600		0,90	
3600		0,70	5 Uhr nachm.

Belastungsversuche mit einer Decke aus Koenenschen Voutenplatten.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. M. Rudeloff.

Die Versuche, deren Ergebnisse im nachstehenden mitgeteilt werden, sind bereits im Jahre 1905 im Königlichen Materialprüfungsamt auf Antrag der Aktien-Gesellschaft für Beton- und Monierbau zu Berlin ausgeführt. Ihre Veröffentlichung erfolgt auf Wunsch des Arbeitsausschusses (s. Protokoll vom 30. Dezember 1914) und im Einvernehmen mit der Antragstellerin, um ein Beispiel dafür zu geben, daß ausführliche Formänderungsmessungen erforderlich sind, um bei derartigen Versuchen zu einem einwandfreien Urteil über das Verhalten von Eisenbetondecken unter den verschiedenartigen Belastungen zu gelangen.

Die untersuchte Decke (Abb. 1 bis 3) bestand aus sechs Feldern I bis VI von 3,0; 4,5; 5,5; 4,5; 4,0 und 2,9 m Spannweite. Die Platten der einzelnen Felder waren mit Verstärkungen nach den Auflagern hin zwischen Trägern oder Eisenbetonbalken *A* bis *E* eingespannt, nur die beiden Platten I und VI ruhten mit dem einen Ende frei auf, und zwar I auf einem Eisenbetonbalken, VI auf der Stützmauer. Die Träger bei *A*, *B* und *C* sowie die Bulbeisen bei *D* und *E* waren mit ihren Enden in den Auflagemauern fest eingemauert und die Trägerpaare bei *B* und *C* an ihren oberen Flanschen durch 40 bezw. 25 Bügel aus Eisen von 8,2 mm Durchmesser miteinander verbunden.

Die Eiseneinlagen der Platte I waren links um den Träger *A* und rechts um das Quereisen *b* von 13 mm Durchmesser umgehakt, ferner die Einlagen der Platte II um die Träger *A* und *B*₁, die der Platte III abwechselnd um die Träger *B*₁*C*₁ und *B*₂*C*₂, die der Platte IV rechts um den Träger *C*₂ und links um das Quereisen *c* von 13 mm Durchmesser. Die Platten V und VI erhielten gemeinsame Einlagen, die ohne Unterbrechung über das oben in den Träger *E* eingelegte Quereisen *d* fortliefen und mit ihren Enden um die Quereisen *c* und *e* umgehakt waren.

Die Zahl und Abmessungen der Einlagen waren folgende:

in Platte I:	90	Stäbe	von	7,0	mm	Durchmesser
„ „ II:	80	„	„	8,2	„	„
„ „ III:	70	„	„	10,0	„	„
„ „ IV:	80	„	„	8,2	„	„
„ „ V und VI:	90	„	„	7,0	„	„

Platte V enthielt außerdem 5 Stäbe von 7 mm Durchmesser, die mit ihren Enden um die Quereisen *c* und *d* umgehakt waren.

In den Platten lagen ferner die Quereisen *a*, die beim Aufbringen und Bearbeiten der Betonmassen den Abstand sowie die Höhenlage und Linienführung der Eiseneinlagen sichern sollten.

An den Enden der Bulbeisen in den Trägern *D* und *E* waren schließlich noch je drei schmiedeeiserne Bügel nach Abb. 4 angebracht.

Der Beton bestand aus 1 R.-T. Zement und 4 R.-T. Oderkies; er wurde „erdfeucht“ verarbeitet.

Zwischen den Stirnflächen der Deckenfelder und den seitlichen Stützmauern waren Pappe-Zwischenlagen angeordnet.

Die Konstruktionsgrundsätze seiner Voutenplatten hat Dr. Koenen in der Zeitschrift „Beton u. Eisen“ 1903, Heft V und in seinem Vortrage vor der X. Hauptversammlung des Deutschen Betonvereins 1907 (s. Versammlungsbericht 1907, S. 66) über den hier zur Besprechung stehenden Versuch dargelegt. Unter Hinweis auf diese Veröffentlichungen sei hier nur kurz wiederholt, daß die gewählte Führung der Eiseneinlagen bezweckt, „neben der möglichst günstigen Aufnahme der Biegemomente und Querkräfte einen so festen Zusammenhang zwischen je zwei benachbarten Platten und den von ihnen umklammerten Trägern zu schaffen, daß jeder Auflagerdrehung oder Durchbiegung einer Platte nicht bloß ihr eigener Biege-widerstand (wie bei frei aufliegenden Balken), sondern auch derjenige der benachbarten Platten wie auch der Drehungswiderstand des zwischen den Platten eingeschlossenen Trägerkörpers entgegenwirkt“.

Die Erreichung des so angestrebten Einspannmomentes setzt natürlich, wie Dr. Koenen selbst hervorhebt, voraus, daß die Träger drehungssicher gelagert, d. h. in den Auflagermauern fest eingemauert sind; aber auch dann noch nimmt das Einspannmoment nach der Mitte der Träger infolge ihrer eigenen Verdrehung ab. Die beim Belastungsversuch vorzunehmenden Messungen hatten sich daher zur Klarstellung des Verhaltens der Decke unter der Belastung nicht nur auf die Durchbiegungen der belasteten Felder, sondern zugleich auch auf das Anheben der benachbarten unbelasteten Felder sowie auf das Verdrehen der Träger zwischen den einzelnen Feldern zu erstrecken.

Die Prüfung erfolgte 61 Tage nach Herstellung der Decke, und zwar nach dem Antrage in drei Versuchsreihen unter gleichzeitiger Beobachtung der Durchbiegung mehrerer Felder bei mehreren Laststufen. Die Größe der angewendeten höchsten Probelastungen bei den einzelnen Reihen betrug mehr als die doppelte Nutzlast, vermehrt um das Eigengewicht.

Auf die zu belastenden Deckenfelder wurde zunächst eine Sandschicht von einigen Zentimetern Dicke aufgebracht und die weitere Belastung dann durch Aufstapeln von Eisenbarren und Sandsäcken bewirkt. Zur Erzielung möglichst gleichmäßiger Lastverteilung wurden die einzelnen Gewichtsstapel gleichmäßig über das Feld verteilt; sie standen nahe beieinander, berührten sich aber auch bei der erreichten größten Durchbiegung der Platten nicht. Das Gewicht der einzelnen Stapel war bei derselben Laststufe annähernd gleich groß.

Die Reihenfolge in der Belastung und Beobachtung der einzelnen Felder war folgende:

Versuchsreihe 1: Feld III (Abb. 1) wurde bis 39 520 kg belastet, zugleich war Feld I mit einer Sandschicht von 1200 kg bedeckt, die übrigen Felder aber blieben unbelastet.

Versuchsreihe 2: Feld III blieb zunächst aus Reihe 1 mit 39 520 kg belastet; daneben wurde die Belastung des Feldes I bis auf 8090 kg gesteigert. Hierauf wurde Feld III bis auf 26 770 kg entlastet und zugleich Feld I bis 20 840 kg belastet. Dann wurde die Belastung des Feldes III nochmals bis 39 580 kg gesteigert, und nun wurden beide Felder entlastet, nur die Sandschichten verblieben auf ihnen.

Versuchsreihe 3: Während Feld I mit 1200 kg und Feld III mit 2040 kg Sand überdeckt waren, wurden auf Feld V 27 560 kg aufgebracht, hierauf Feld III wieder mit 39 130 kg belastet und nun zuerst Feld V und dann auch Feld III entlastet.

Die Versuchsergebnisse der drei Reihen sind in Tabelle 1 bis 3 zusammengestellt. Hiernach erstreckte sich die Ermittlung der Durchbiegungen bei Reihe 1 auf die Felder II, III und IV, bei Reihe 2 auf die Felder I, II und III und bei Reihe 3 auf alle sechs Felder.

Die Meßstellen sind in Abb. 2 mit m_1 bis m_{12} bezeichnet. Von ihnen liegt bei jedem der sechs Felder eine Meßstelle in der Mitte und ferner bei den Feldern I, III und V je eine an beiden Rändern. Diese Anordnung war dadurch gegeben, daß in den einzelnen Reihen die Durchbiegung der belasteten Felder immer an drei Stellen, die der benachbarten unbelasteten Felder aber nur in der Mitte gemessen werden sollten.

Die Beobachtungen der Durchbiegungen erfolgten in $\frac{1}{100}$ mm mit Hilfe von Rollenapparaten, die an Pfählen unter den Meßpunkten angebracht waren. Die Bewegungen der letzteren wurden durch Holzlatten, die mit Nagelspitzen gegen die Unterseite der Decke sich stützten, auf die Rollen übertragen.

Aus den in Abb. 5 bis 7 zu Schaulinien aufgetragenen Beobachtungen ergibt sich folgendes:

Versuchsreihe 1: Das belastete Feld III bog sich in der Mitte (Meßpunkt m_6 , Abb. 2) erheblich mehr durch als an den Rändern (m_5 und m_7), s. Abb. 5. Bis zu etwa 29 000 kg Belastung war die Durchbiegung der Belastung nahezu proportional; bei höheren Belastungen nahm sie in stärkerem Maße zu. Die geringeren Durchbiegungen bei m_5 und m_7 gegenüber derjenigen bei m_6 deuten darauf, daß die Einspannmomente in der Mitte der Träger infolge deren Verdrehung geringer waren als an den Enden. Diese Verdrehung betrug aber nach dem Ergebnis der Messungen mittels Wasserwagen bei 38 040 kg Belastung nur 0,006 Grad. Es erscheint daher nicht ausgeschlossen, daß das Deckenfeld III an den Rändern durch Reibungswiderstände unterstützt wurde, und nach der sprunghaften Zunahme der Durchbiegung bei m_7 unter 30 540 kg scheint die Reibung bei dieser Belastung an dem hinteren Rande plötzlich überwunden zu sein, so daß die Durchbiegungen nun bei höheren Belastungen an allen drei Meßstellen nahezu in gleichem Maße wuchsen.

Waren diese Reibungswiderstände tatsächlich vorhanden, so war aber auch die Durchbiegung bei m_6 in Feldmitte hierdurch beeinträchtigt worden. Dann darf aber die Belastung von 29 000 kg auch nicht als Proportionalitätsgrenze des Feldes III angesprochen werden; sie wäre vielmehr bei höherer Belastung, vielleicht sogar noch bei über 39 520 kg, zu suchen. Zugleich würden aber auch von den drei Beobachtungsreihen sogar die größten Werte, d. h. die für Meßstelle m_6 , den wahren Beziehungen zwischen Belastung und Durchbiegung für das an den Rändern nicht unterstützte Deckenfeld noch nicht entsprechen, sondern die Durchbiegungen würden für den reibungsfreien Zustand des Deckenfeldes noch größer sein und dementsprechend der Elastizitätsmodul kleiner, als er sich aus den vorliegenden Beobachtungen ergibt.

Daß die Proportionalitäts(Elastizitäts-)grenze des Deckenfeldes III bei 29 000 kg tatsächlich noch nicht überschritten worden ist, darauf läßt auch der Umstand schließen, daß die bleibende Durchbiegung dieses Feldes selbst nach Beendigung der Versuchsreihe 3, d. h. nach mehrmaligem Belasten mit 39 000 kg, noch außerordentlich gering war (s. Tabelle 3).

Die dem Felde III benachbarten Felder II und IV bogen sich beim Belasten des ersteren, wie nach der Konstruktion zu erwarten war, unter dem Einfluß des negativen Momentes nach oben durch. Daß diese negative Durchbiegung beim Felde II etwas geringer war als beim Felde IV dürfte auf Zufälligkeiten beruhen, falls sich hierin nicht der Umstand geltend machte, daß die beiden Träger B_1 und B_2 (Abb. 1 u. 2) durch 40 Bügel, also stärker miteinander verbunden waren als die beiden Träger C_1 und C_2 , bei denen die Verbindung nur aus 25 Bügeln bestand.

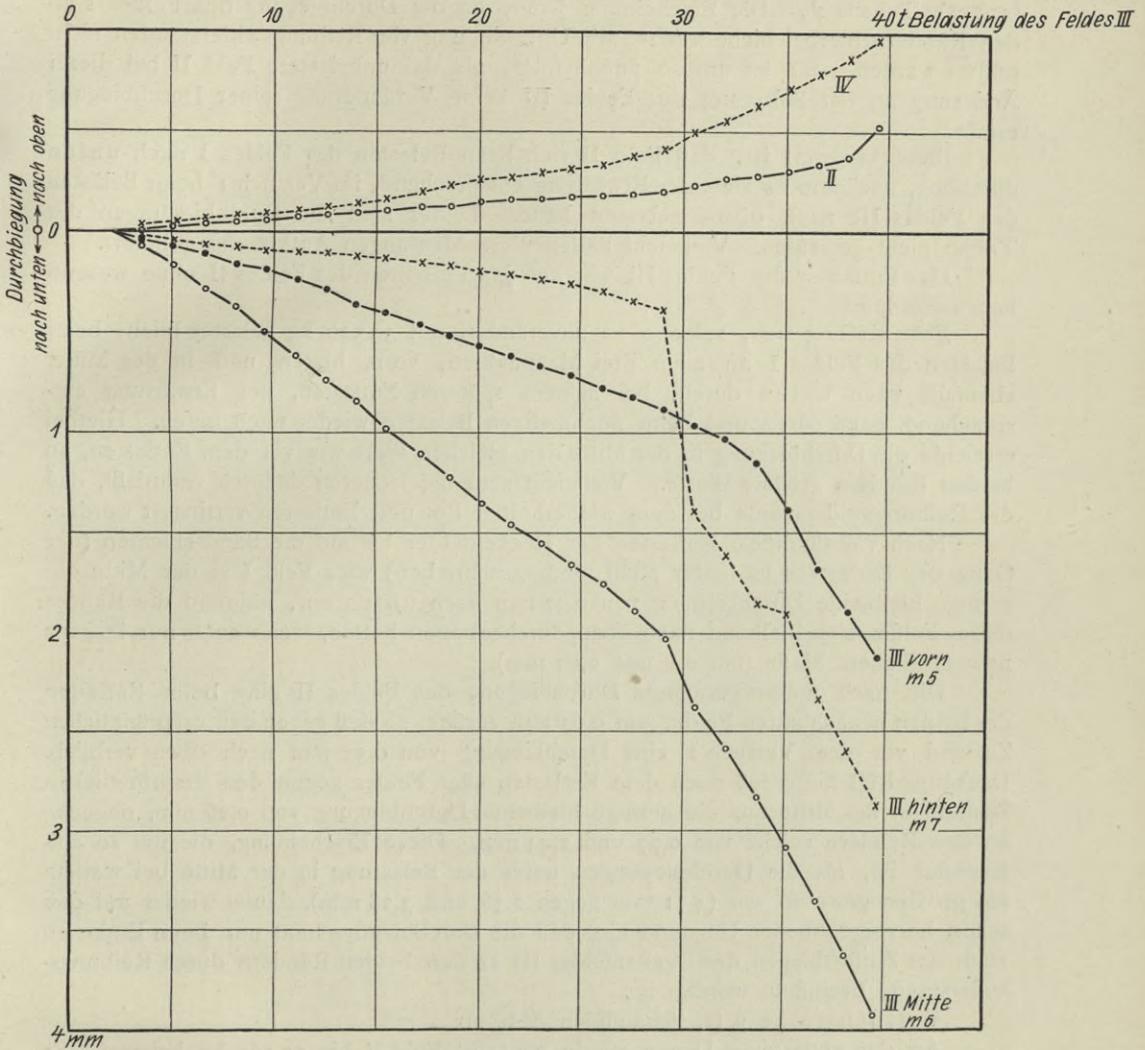


Abb. 5.

Durchbiegungen der Felder II, III und IV beim Belasten des Feldes III bis 39 520 kg.

Versuchsreihe 2 (s. die Schaulinien Abb. 6):

Die Linien für die Felder II und III schließen an Versuch 1 (Abb. 5) an.

Das Feld I bog sich unter seiner gleichmäßig verteilten Belastung an den Rändern vorn und hinten (Meßstellen m_1 und m_3) ebenfalls erheblich weniger durch als in der Mitte (Meßstelle m_2). Die Durchbiegung in der Mitte war der Belastung bis $P_I = 8090$ kg proportional, d. h. so lange, als Feld III unverändert mit 39 520 kg belastet blieb. Beim Entlasten von Feld III und gleichzeitiger Steigerung der Belastung P_I wuchs die Durchbiegung des Feldes I stärker als seine Belastung, und zwar ganz besonders beim Überschreiten von $P_I = 17 090$ kg und gleichzeitiger Abnahme von P_{III} unter 30 520 kg. Beim Wiederbelasten von Feld III bis 39 580 kg nahm die Durchbiegung in der Mitte des mit 20 840 kg belasteten Feldes I, ohne daß seine eigene Belastung gesteigert wurde, noch weiter von 2,15 bis 2,41 mm zu

(s. auch Tabelle 2). Die Erscheinung kann, da die Durchbiegung des Feldes I an den Rändern hierbei nicht wuchs, mit Überwindung von Reibungswiderständen nicht erklärt werden. Sie ist um so auffällender, als das unbelastete Feld II bei dieser Änderung an der Belastung des Feldes III keine Veränderung seiner Durchbiegung erfuhr.

Bemerkenswert ist, daß Feld II sich beim Belasten des Feldes I nach unten durchbog, nachdem es sich, der Erwartung entsprechend, im Versuch 1 beim Belasten des Feldes III nach oben gebogen hatte. Leider sind die Durchbiegungen der Träger nicht gemessen. Vielleicht hätten diese Messungen Aufklärung geliefert.

Das Entlasten des Feldes III war auf das Verhalten des Feldes II ohne wesentlichen Einfluß.

Feld III bog sich, solange es unverändert mit 39 520 kg belastet blieb, beim Belasten des Feldes I an allen drei Meßpunkten, vorn, hinten und in der Mitte, ebenfalls nach unten durch, bei seinem späteren Entlasten, der Erwartung entsprechend, nach oben und beim nochmaligen Belasten wieder nach unten. Hierbei erreichte die Durchbiegung in der Mitte den gleichen Wert wie vor dem Entlasten, an beiden Rändern größere Werte. Vielleicht sind die letzteren dadurch veranlaßt, daß die Reibungswiderstände bei dem wiederholten Be- und Entlasten verringert wurden.

Nach vollständigem Entlasten der Deckenfelder bis auf die Sandschichten (der Gang des Entlastens ist leider nicht niedergeschrieben) wies Feld I in der Mitte die geringe bleibende Durchbiegung von 0,37 mm nach unten auf, während die Ränder dieses Feldes sich bleibend nach oben durchgebogen hatten, wenn auch nur in ganz unwesentlichem Maße (um 0,1 und 0,01 mm).

Die nach unten gerichtete Durchbiegung des Feldes II ging beim Entlasten der beiden benachbarten Felder um 0,67 mm zurück, so daß gegen den ursprünglichen Zustand vor dem Versuch 1 eine Durchbiegung von 0,33 mm nach oben verblieb. Deckenfeld III hinterließ nach dem Entlasten aller Felder gegen den ursprünglichen Zustand in der Mitte nur die geringe bleibende Durchbiegung von 0,26 mm, dagegen an den Rändern solche von 0,77 und 1,44 mm. Diese Erscheinung, die um so auffällender ist, als die Durchbiegungen unter der Belastung in der Mitte bei weitem am größten gewesen war (4,11 mm gegen 2,36 und 3,28 mm), deutet wieder auf den schon hervorgehobenen Umstand hin, daß die Durchbiegung und nun beim Entlasten auch das Zurückbiegen des Deckenfeldes III an den beiden Rändern durch Reibungswiderstände beeinflußt worden ist.

Versuchsreihe 3 (s. Schaulinien Abb. 7):

An der entlasteten Decke wurde zunächst Feld V bis 27 560 kg belastet. Es bog sich hierbei in der Mitte und am vorderen Rande (Meßpunkte m_{10} und m_9 , Abb. 2) annähernd gleich viel durch, erheblich mehr aber am hinteren Rande (Meßpunkt 11). Hier tritt also der Einfluß etwaigen Verdrehens der Träger D oder P nicht in die Erscheinung. Das benachbarte Feld IV bog sich in der Mitte gesetzmäßig nach oben durch, in geringem Maße auch noch das nächste Feld III, während das dann folgende Feld II eine geringe Durchbiegung nach unten aufwies.

Nun wurde, ohne an der Belastung des Feldes V etwas zu ändern, auch Feld III wieder belastet, und zwar wie bei den vorausgehenden Versuchsreihen wieder bis etwas über 39 t (39 130 kg). Hierbei bog das Feld III, wie bei Versuch 1, in der Mitte (Meßstelle 6, Abb. 2) am meisten und vorn (Meßpunkt m_5) am wenigsten durch, ferner waren die Durchbiegungen an allen drei Stellen jetzt geringer als beim Versuch 1; die Durchbiegungen betragen bei etwa 39 t Belastung:

an den Meßstellen	m_5 (vorn)	m_6 (Mitte)	m_7 (hinten)
bei Versuch 1	2,13	3,94	2,89 mm
bei Versuch 3	1,45	3,42	2,08 „
das Verhältnis beträgt	68	87	72 %

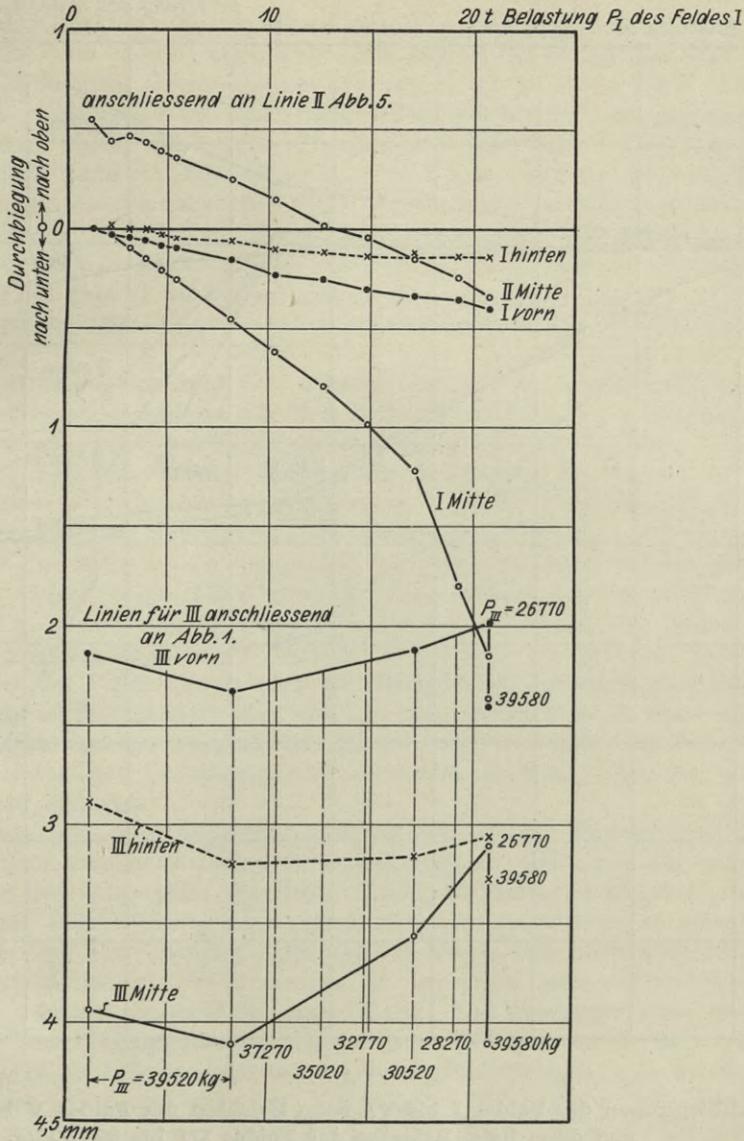


Abb. 6.

Durchbiegung der Felder I, II und III beim Belasten des Feldes I.

Feld III war anfänglich von Versuchsreihe 1 her mit $P_{III} = 39520 \text{ kg}$ belastet. Sobald $P_I = 8090 \text{ kg}$ erreicht war, wurde unter weiterer Steigerung von P_I bis 20840 kg Feld III entsprechend auf $P_{III} = 26770 \text{ kg}$ entlastet. Nun blieb P_I unverändert und P_{III} wurde wieder auf 39580 kg gesteigert.

Ob und inwieweit diese Verminderung der Durchbiegung des Feldes III beim Versuch 3 gegenüber derjenigen beim Versuch 1 auf den Einfluß der Belastung des Feldes V zurückzuführen ist, läßt sich nicht mit Bestimmtheit erkennen, da auch hier wieder der Reibungswiderstand an den Rändern des Feldes III einen seiner

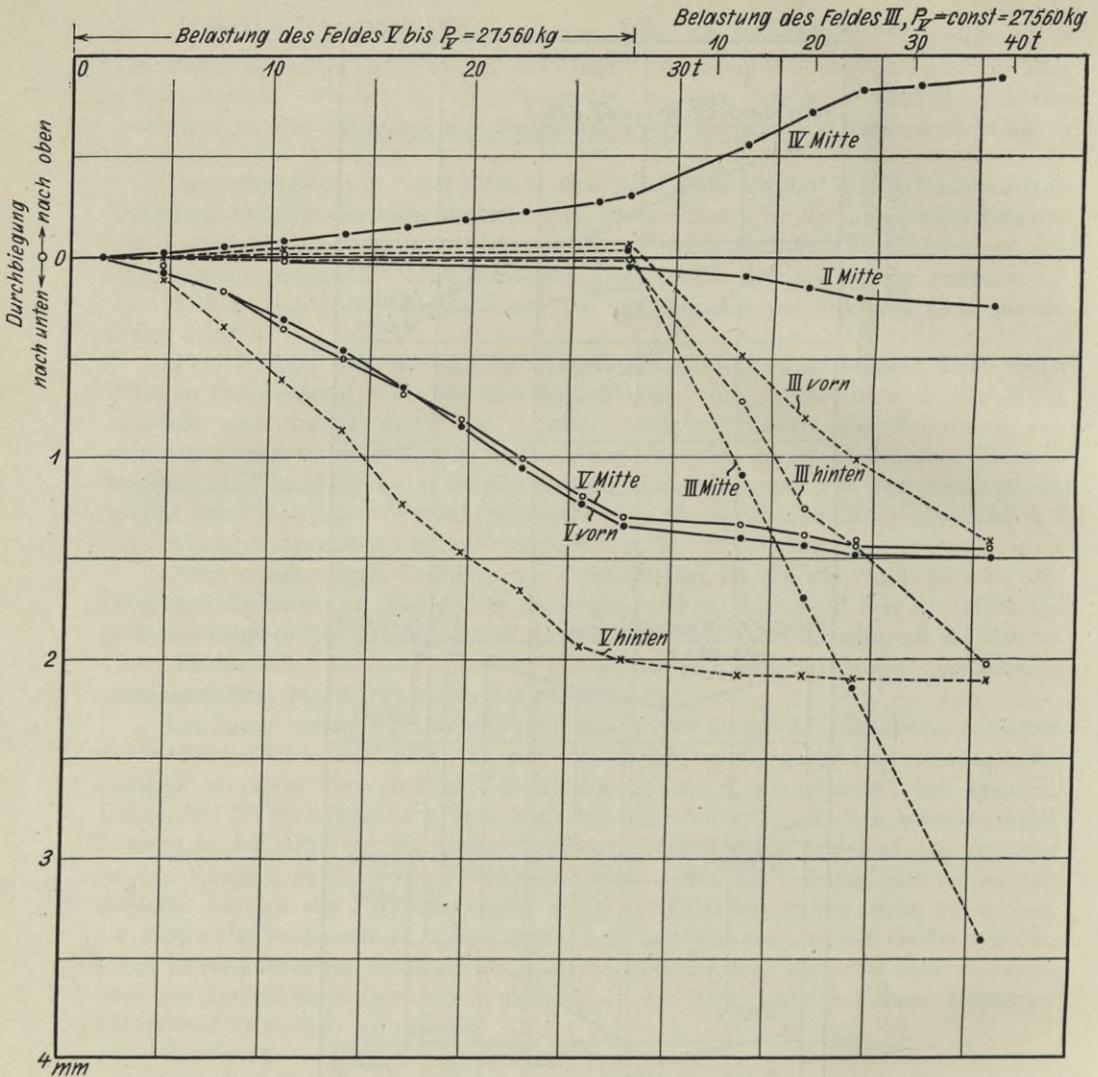


Abb. 7.

Durchbiegungen der Felder I bis VI beim Belasten des Feldes V bis 27 560 kg und dann beim Belasten des Feldes III bis 39 130 kg.

Größe nach nicht feststellbaren Einfluß geübt haben kann. Daß aber eine gegenseitige Beeinflussung der beiden Felder III und V, die erwartet werden mußte, tatsächlich bestand, ergibt sich aus folgendem:

Die nach oben gerichtete Durchbiegung des Feldes IV zwischen den beiden belasteten Feldern, die nach dem Belasten des Feldes V mit 27 560 kg 0,30 mm betragen hatte, nahm naturgemäß durch das Belasten des Feldes III weiter zu, und zwar bis auf 0,88 mm; demzufolge wuchs zugleich auch die Durchbiegung des Feldes V an den drei Meßstellen im Mittel um 0,14 mm.

Auffallend ist wieder das Verhalten des Feldes II. Während es sich beim Versuch 1 infolge Belastens des Feldes III gesetzmäßig nach oben durchgebogen hatte, bog es sich auch bei diesem Versuch 3, wie bei Versuch 2, wider Erwarten nach unten durch. Hier wäre es von großem Wert gewesen, wenn die Durch-

biegung des Feldes nicht nur in der Mitte, sondern auch an den Rändern gemessen worden wäre, zumal dann auch eine gewisse Kontrolle für das richtige Arbeiten des unter Mitte Decke angebrachten Apparates bestanden hätte, die schon beim Versuch selbst auf etwa bestehende Unregelmäßigkeiten hingewiesen hätte.

Die Felder I und VI wurden durch das Belasten der Felder III und V nur wenig in Mitleidenschaft gezogen. Immerhin zeigte Feld I die Neigung zur Durchbiegung nach unten, womit das Verhalten des Feldes II ebenfalls in Widerspruch steht. Auffallend sind auch die geringen Durchbiegungen des Feldes VI, besonders beim Belasten des Feldes V. Die Vorzeichen der geringen Beobachtungswerte lassen aber erkennen, daß das Feld VI die Neigung hatte, sich in gesetzmäßiger Weise entgegen den Durchbiegungen des Feldes V zunächst nach oben und dann nach unten durchzubiegen.

Beim Entlasten des Feldes V, während Feld III noch belastet blieb, traten nennenswerte Formänderungen nur an den Feldern V und IV ein, V bog nach oben und IV nach unten zurück, beide sich der ursprünglichen Form nähernd.

Nachdem dann auch Feld III entlastet war, hinterließen die Felder I, II und VI keine nennenswerten bleibenden Durchbiegungen. Feld IV blieb um 0,18 mm nach oben durchgebogen und Feld III an den beiden Rändern um 0,06 und 0,37 mm nach unten; in der Mitte betrug dagegen die bleibende Durchbiegung des Feldes III 0,13 mm nach oben. Diese Werte gelten in bezug auf den Zustand bei Beginn der Versuchsreihe 3. Zieht man die am Ende der Reihe 2 (Tabelle 2) beobachteten bleibenden Durchbiegungen mit in Betracht, so betragen die gesamten bleibenden Durchbiegungen des Feldes III am Ende der Untersuchung gegenüber dem ursprünglichen Zustande an den Rändern 0,83 und 1,81 mm, in der Mitte dagegen 0,13 mm, und zwar sämtlich nach unten gerichtet. Feld V zeigte nach dem Entlasten ebenfalls die geringste bleibende Durchbiegung von 0,11 mm in der Mitte, gegenüber 0,24 und 0,73 mm an den Rändern.

Abgesehen von dem Ergebnis, daß die Decke den angewendeten Probelastungen ohne erhebliche bleibende Durchbiegungen und ohne die geringsten Rissebildungen zu widerstehen vermochte, haben die Versuche dargetan, daß die Formänderungen ihrer Richtung nach den Erwartungen im allgemeinen entsprochen haben, daß es aber zur Erlangung eines sicheren Urteils über die Größe der Formänderungen erforderlich ist, die Messungen an demselben Felde auf mehrere Meßpunkte bzw. mehrere Querschnitte auszudehnen. Die Ergebnisse einer einzelnen Messung der Durchbiegung werden immer von Zufälligkeiten in der örtlichen Materialbeschaffenheit, besonders der Anspannung der Eiseneinlagen in der unbelasteten Decke, abhängen, ganz abgesehen von wechselnden Widerständen, wie solche bei der vorliegenden Untersuchung anscheinend durch die Reibung der Seitenflächen der Felder gegen die Stützmauern gegeben waren.

Tabelle 1.

Belastungsversuch mit Feld III.

Von den übrigen Feldern ist Feld I mit 1200 kg (Sandschicht) belastet.

Die **negativen** Vorzeichen bedeuten Durchbiegung nach **oben**.

Belastungen in kg	Durchbiegungen in $\frac{1}{1000}$ cm bei Feld				
	II	III			IV
	Mitte m_4	vorn m_5	Mitte m_6	hinten m_7	Mitte m_8
2 040	0	0	0	0	0
3 540	— 1	4	7	2	— 1
5 040	— 4	7	16	5	— 3
6 540	— 4	11	29	6	— 5
8 040	— 5	16	37	7	— 7
9 540	— 6	19	50	8	— 8
11 040	— 8	24	61	9	— 10
12 540	— 9	29	73	10	— 12
14 040	— 10	36	84	12	— 15
15 540	— 11	40	99	13	— 17
17 040	— 13	46	109	14	— 20
18 540	— 13	51	122	16	— 23
20 040	— 15	57	135	19	— 26
21 540	— 16	61	145	20	— 28
23 040	— 16	67	155	23	— 30
24 540	— 18	71	166	25	— 32
26 040	— 18	78	176	29	— 34
27 540	— 19	82	189	34	— 38
29 040	— 20	88	203	38	— 41
30 540	— 23	97	238	138	— 50
32 040	— 27	103	258	162	— 57
33 540	— 28	115	283	186	— 64
35 040	— 30	138	308	191	— 71
36 540	— 34	169	336	233	— 78
38 040	— 37	190	364	258	— 87
39 520	— 54	213	394	289	— 97

Bemerkung: Außer den Durchbiegungen der Deckenfelder wurde die Verdrehung des Trägers zwischen Feld II und III mittels aufgesetzter Wasserwage beobachtet. Sie betrug bei 38 040 kg Belastung etwa 0,006 Grad.

Tabelle 2.

Belastungsversuch mit Feld I.

Feld III ist mit 39 520 kg belastet. Bei Weiterbelastung des Feldes I von 8090 kg an wird Feld III stufenweise entlastet bis auf 26 770 kg. Nach Aufbringen von 20 840 kg auf Feld I wird Feld III wieder mit 39 580 kg belastet (s. Spalte Belastungen, Feld III).

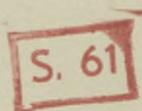
Belastungen in kg des Feldes		Durchbiegungen in $\frac{1}{1000}$ cm bei Feld										
		I			II		III					
		vorn	Mitte	hinten	Mitte m_4		vorn m_5		Mitte m_6		hinten m_7	
I	III	m_1	m_2	m_3	Ge- samt	Zu- nahme	Ge- samt	Zu- nahme	Ge- samt	Zu- nahme	Ge- samt	Zu- nahme
1 200		0	0	0	- 54	0	213	0	394	0	289	0
2 190		3	2	1	- 44	10	-	-	-	-	-	-
3 020		5	10	1	- 46	8	-	-	-	-	-	-
3 850	39 520	5	15	1	- 43	11	-	-	-	-	-	-
4 640		8	21	3	- 39	15	-	-	-	-	-	-
5 390		10	25	5	- 36	18	-	-	-	-	-	-
8 090		15	45	5	- 25	29	233	+ 20	414	+ 20	320	+ 31
10 340	37 270	23	61	10	- 15	39	-	-	-	-	-	-
12 590	35 020	25	79	11	- 2	52	-	-	-	-	-	-
14 840	32 770	30	99	13	+ 4	58	-	-	-	-	-	-
17 090	30 520	33	121	14	+ 14	68	212	- 1	356	- 38	315	+ 26
19 340	28 270	35	180	13	+ 24	83	-	-	-	-	-	-
20 840	26 770	40	215	13	+ 34	88	198	- 15	310	- 84	309	+ 20
	39 580	45	241	13	+ 34	88	236	+ 23	411	+ 17	328	+ 39
0	0	- 10	37	- 1	- 33	21	77	- 136	26	- 368	144	- 145

Tabelle 3.

Belastungsversuch mit Feld V.

Feld I unbelastet. Auf Feld III Sandschicht = 2040 kg. Nach Aufbringen von 27 560 kg auf Feld V wird Feld III stufenweise bis 39 130 kg belastet (s. Spalte Belastungen, Feld III).

Belastungen in kg des Feldes		Durchbiegungen in $\frac{1}{1000}$ cm bei Feld											
		I			II	III			IV	V			VI
		vorn m_1	Mitte m_2	hinten m_3	Mitte m_4	vorn m_5	Mitte m_6	hinten m_7	Mitte m_8	vorn m_9	Mitte m_{10}	hinten m_{11}	Mitte m_{12}
V	III												
		Anfangsablesung; die Durchbiegungen aus den vorhergegangenen Belastungen sind nicht berücksichtigt.											
1 560		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4 560		—	—	—	—	—	—	—	— 2	7	6	8	— 1
7 560		—	—	—	—	—	—	—	— 5	16	17	33	— 1
10 560		—	—	—	—	— 4	— 2	1	— 8	31	35	60	0
13 560	2 040	—	—	—	—	—	—	—	— 11	47	50	85	— 1
16 560		—	—	—	—	—	—	—	— 15	64	65	121	— 1
19 560		—	—	—	—	—	—	—	— 19	83	81	146	0
22 560		—	—	—	—	—	—	—	— 22	104	100	165	0
25 560		—	—	—	—	—	—	—	— 27	122	120	193	+ 1
		—	—	1	4	— 6	— 3	2	— 30	133	130	200	+ 1
	14 040	—	—	1	8	50	108	72	— 55	139	134	208	+ 2
	20 400	—	—	1	15	80	170	125	— 71	143	138	208	—
27 560	25 330	—	—	1	18	101	214	145	— 81	146	140	210	—
		—	—	—	21	98	214	145	— 83	148	143	210	—
39 130		— 3	5	3	25	144	340	201	— 88	150	145	210	+ 4
		0	3	1	28	145	342	208	— 78	38	30	86	+ 2
0	0	0	— 2	1	3	6	— 13	37	— 18	24	11	73	0



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307336

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000313446

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307337

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000313447

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307182

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305572