

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. **Probebelastung 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.**



222
214

DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR EISENBETON

VERSUCHE ZUR ERMITTLUNG DES ROSTSCHUTZES DER EISENEINLAGEN IM BETON

UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES
SCHLACKENBETONS

AUSGEFÜHRT IN DER
KÖNIGL. SÄCHS. MECHANISCH-TECHNISCHEN VERSUCHSANSTALT
ZU
DRESDEN
IN DEN JAHREN 1908 BIS 1914.

BERICHT ERSTATTET VON

GEH. HOFRAT H. SCHEIT,
o. PROFESSOR a. d. K. S. TECHN. HOCHSCHULE
DIREKTOR DER VERSUCHSANSTALT

UND DIPL.-ING. OTTO WAWRZINIOK,
a. o. PROFESSOR a. d. K. S. TECHN. HOCHSCHULE
ADJUNKT DER VERSUCHSANSTALT

UNTER MITWIRKUNG VON
REGIERUNGSBAUMEISTER DIPL.-ING. H. AMOS,
ASSISTENT AN DER VERSUCHSANSTALT

MIT 9 FARBIGEN TAFELN, 298 TEXTABBILDUNGEN UND 25 ZAHLENTAFELN

BERLIN 1915.

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN.



G. 199
75

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
I. Allgemeines	1
II. Arbeitsplan	1
1. Aufgaben	2
2. Versuchsanordnung	2
3. Bauart der Probplatten	2
4. Betonart und Beschaffenheit der Eiseneinlagen	3
5. Lagerungsart und Behandlung der Platten während der Dauerversuche	3
6. Beobachtungen und Feststellungen	4
7. Festlegung und Bezeichnung des Grades des Rostansatzes an den Eiseneinlagen	4
8. Anzahl der für die Versuche benutzten Probekörper	5
III. Materialien für die Probekörper	5
1. Der Zement	5
2. Die Zuschlagstoffe	5
a) Kiessand	5
b) Bimskies	7
c) Granulierte Hochofenschlacke	7
d) Hochofenschlacken-Schotter	8
e) Gas-Schlackenschotter	9
f) Lokomotivlösch	9
3. Die Eiseneinlagen	10
IV. Formkästen für die Probekörper	11
V. Anfertigung der Probekörper	11
1. Herstellung der Betonmasse	11
2. Einstampfen der Betonmasse	12
3. Behandlung und Lagerung der Probekörper	13
VI. Versuchsausführung	13
A. Belastung der Platten zur Erzeugung von Rissen	13
B. Dauerversuche	14
a) Ruhende Belastung	14
b) Periodische Be- und Entlastung	16
C. Verteilung der Probekörper auf die verschiedenen Lagerungsarten	18

	Seite
VII. Versuchsergebnisse	18
A. Biegeversuche zur Erzeugung von Rissen	18
B. Druckversuche mit den Betonprobewürfeln	57
C. Dauerversuche	58
1. Befund der Platten bei den Untersuchungen während der Versuchs- dauer	58
a) Aeußere Beschaffenheit der Platten	58
b) Durchbiegung der Platten	60
2. Befund der Platten und insbesondere der Eiseneinlagen nach einer Versuchsdauer von $2\frac{3}{4}$ Jahren	61
3. Befund der Platten und insbesondere der Eiseneinlagen nach einer Versuchsdauer von $3\frac{3}{4}$ Jahren	64
4. Befund der Platten und insbesondere der Eiseneinlagen nach einer Versuchsdauer von rund 4 Jahren	72
VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse	82
IX. Schlussfolgerung	83
X. Anhang	83
Zahlentafeln 4 bis 25	85 bis 102
Abbildungen 175 bis 293	103 bis 145

I. Allgemeines.

Die Frage des Rostschutzes der Eiseneinlagen bei Eisenbetonbauten ist bereits häufig Gegenstand der Erörterungen gewesen und die einschlägige Literatur enthält zahlreiche Arbeiten, welche diese Frage sowohl von der chemischen als auch von der physikalischen Seite behandeln.

Diese Darlegungen haben dann zu weiteren Forschungen auf dem Gebiete angeregt, ohne daß es indessen gelungen ist, die Frage des Rostschutzes des Eisens im Beton völlig zu klären. Ueber die Rostbildung am Eisen selbst herrscht Klarheit. Sie vollzieht sich durch die Einwirkung von Sauerstoff in Verbindung mit Wasser oder Wasserdampf und wird bei Gegenwart von gewissen Säuren und Salzen im Wasser beschleunigt. Eine Verhinderung oder Verzögerung erfährt die Oxydation dagegen durch alkalische Flüssigkeiten und gewisse Salze.

Bei Eisenbetonbauten muß daher angestrebt werden, die Einwirkung von Sauerstoff und Wasser auf die Eiseneinlagen möglichst zu verhindern. Dies wird zweifellos um so besser erreicht, je dichter der verwendete Beton ist und je besser die Eiseneinlagen von demselben umhüllt werden. Selbsterständliche Vorbedingung ist jedoch, daß der Beton selbst keine Stoffe enthält, die geeignet sind, während des Abbindeprozesses oder im Laufe der Erhärtung die Oxydation der Eiseneinlagen zu bewirken, wie dies z. B. bei schwefelhaltigen Zuschlagstoffen (Lokomotivlösch und dergleichen) der Fall sein kann. Trotzdem während des Abbindens Wasser und der Sauerstoff der Luft Zutritt zu den Eiseneinlagen haben, ist eine Oxydation derselben so gut wie ausgeschlossen, weil beim Abbinden des Zementes alkalische Reaktion eintritt, die der Rostbildung vorbeugt. Im weiteren Verlauf der Erhärtung wird die Isolierung der Eiseneinlagen bei zweckentsprechender Beschaffenheit des Betons durch die sie umhüllende Zementhaut bewirkt, die naturgemäß um so wirksamer ist, je dichter der umgebende Beton ist.

Die Dichtigkeit des Betons und die dichte Umschließung der Eiseneinlagen hängt nun sowohl von dem Mischungsverhältnis als auch von der Verarbeitung der Betonmasse ab. Die dichte Umschließung der Eiseneinlagen kann jedoch dadurch wieder aufgehoben werden, daß im Bauwerk Risse entstehen, die den Zutritt von Luft und Feuchtigkeit zu den Eiseneinlagen gestatten.

II. Arbeitsplan.

Um die Frage des Rostschutzes des Eisens im Beton zu klären, hat der Deutsche Ausschuß für Eisenbeton Versuche veranlaßt, für die unter Beihilfe namhafter Fachleute auf dem Gebiete des Eisenbetonbaues ein genereller Arbeitsplan aufgestellt und der Mechanisch-Technischen Versuchsanstalt Dresden zur Ausführung übertragen wurde.

Bei den hiernach gepflogenen Verhandlungen der Versuchsanstalt mit den beteiligten Firmen Dyckerhoff & Widmann, A.-G., Dresden, Gebrüder Huber, Breslau, Wayß & Freytag und Windschild & Langelott, G. m. b. H., Dresden, trat jedoch die Notwendigkeit hervor, den Arbeitsplan zu ändern und zu erweitern, um ihn den Forderungen der Praxis mehr anzupassen. Der erweiterte Arbeits-

plan wurde alsdann vom Arbeitsausschuß am 7. Juli 1907 in Stuttgart angenommen und vom großen Ausschuß in der Sitzung vom 13. Dezember 1907 genehmigt.

1. Aufgaben.

Nach diesem Arbeitsplane war festzustellen:

1. Der Einfluß der für die Betonbereitung benutzten Zuschlagstoffe auf das Rosten der Eiseneinlagen,
2. der Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit der Eiseneinlagen auf die Entstehung und die Ausbreitung von Rost, und zwar sowohl bei rostfreien als auch bei rostigen Eiseneinlagen,
3. der Einfluß der Plattenstärke und der Ueberdeckung der Eisen durch Beton auf die Entstehung und Ausbreitung von Rost auf den Eiseneinlagen,
4. der Einfluß von Rissen im Beton auf die Entstehung und Ausbreitung von Rost auf den Eiseneinlagen,
5. die Ausdehnung der Rostbildung, die durch den Einfluß der Atmosphärrillen sowie durch die Wechselwirkung von Wasser und Luft verursacht wird,
6. der Einfluß wechselnder Belastung der Konstruktionssteile auf die Entstehung sowie Ausbreitung von Rost auf den Eiseneinlagen, und zwar unter der wechselweisen Einwirkung von Luft und Wasser.

2. Versuchsanordnung.

Die Versuche erfolgten mit Eisenbetonplatten, deren Abmessungen in Abschnitt 3 Seite 3 angegeben sind.

Die Platten wurden zuerst zur Erzeugung von Rissen durch allmählich steigende Kräfte in der auf Seite 13 näher beschriebenen Weise vorbelastet und dann in die Dauerversuchsanlagen eingebaut. Hier wurde eine Anzahl unter ruhender Belastung, und die andere unter wechselnder Be- und Entlastung den in Abschnitt VII Abs. A. angegebenen Beanspruchungen ausgesetzt.

Nach dem Versuchsplane sollten die Versuche auf einen Zeitraum von einem Jahre ausgedehnt und dann die Eiseneinlagen auf Rostbildung untersucht werden.

Einige Stichproben nach Ablauf dieses Zeitraumes zeigten aber, daß ein wesentlicher Einfluß der Beanspruchung noch nicht bemerkbar war.

Auf Antrag der Versuchsanstalt genehmigte daher der Deutsche Ausschuß für Eisenbeton im Jahre 1911 die Verlängerung der Versuchsdauer auf ein weiteres Jahr. Da aber auch nach Ablauf dieser Zeit noch kein greifbares Ergebnis festgestellt werden konnte, erfolgte eine nochmalige Verlängerung der Versuchsdauer.

Während aber in den ersten 2 Jahren die Platten mit Lasten beansprucht worden waren, die dem dritten Teile der Höchstbelastung entsprachen, welche bei den vorausgegangenen Biegeversuchen zur Erzeugung von Rissen aufgewendet werden mußte, wurde nunmehr auf Vorschlag des Herrn Geh. Baurates Labes die Belastung so weit erhöht, daß die Eiseneinlagen mit 1000 kg/qcm, berechnet nach den amtlichen Vorschriften, beansprucht wurden.

Die gesamte Versuchsdauer für die einzelnen Platten betrug schließlich etwa 4 Jahre.

3. Bauart der Probepplatten.

Da bei den Versuchen auch der Einfluß der Plattenstärke auf den Rostschutz der Eiseneinlagen festgestellt werden sollte, wurden für alle Versuchsreihen zwei verschiedene Plattenstärken, nämlich 8 cm und 14 cm verwendet, erstere mit Eiseneinlagen von 8 mm, letztere mit solchen von 10 mm Durchmesser. Die Abmessungen der Platten, sowie die Anordnung und insbesondere die Betonüberdeckung der Eiseneinlagen sind aus den Abb. 1 und 2 ersichtlich.

Die Einbettungslänge der Eiseneinlagen sollte gleich der Stützweite der Platten sein. Da diese bei einer Gesamtlänge von 216 cm zu 200 cm gewählt worden war, wurden über die ebenfalls 216 cm langen, zum Aufschrauben einer Verlängerungshülse mit Gewinde (vgl. S. 11) versehenen Eisenstäbe an beiden Enden zur Vermeidung des Anhaftens des Betons 8 cm lange Papierhüllen gesteckt und so die vorgeschriebene Einbettungslänge gesichert.

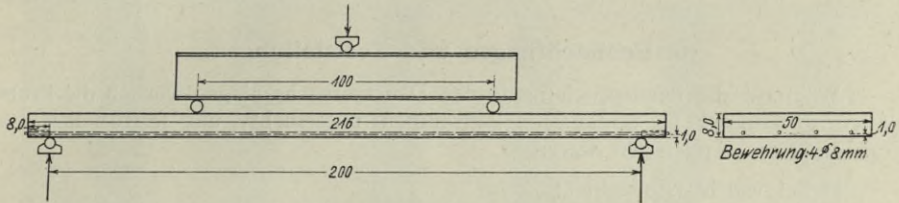


Abb. 1. Bauart und Belastungsschema der Probplatten mit 8 cm Stärke.

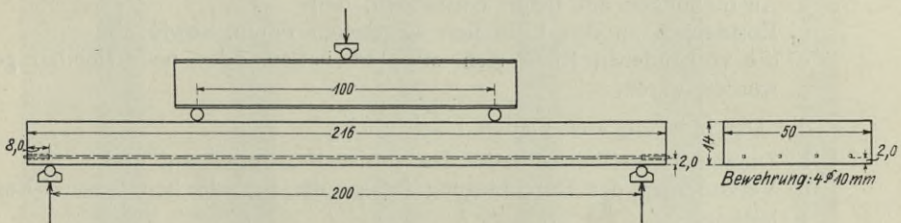


Abb. 2. Bauart und Belastungsschema der Probplatten mit 14 cm Stärke.

4. Betonart und Beschaffenheit der Eiseneinlagen.

Die für die Versuche bestimmten Eisenbetonplatten wurden behufs Feststellung des Einflusses der Zuschlagstoffe auf die Rostbildung aus folgenden 3 Betonarten hergestellt:

1. Kiesbeton, bestehend aus:
 - 1 Raumteil Zement, 4 Raumteilen Kiessand,
2. Bimsbeton, bestehend aus:
 - 1 Raumteil Zement, 2 Raumteilen Sand, 4 Raumteilen Bimskies,
3. Schlackenbeton, bestehend aus:
 - a) 1 Raumteil Zement, 2 Raumteilen granulierter Hochofenschlacke, 4 Raumteilen Bimskies,
 - b) 1 Raumteil Zement, 2 Raumteilen granulierter Hochofenschlacke, 4 Raumteilen Gasschlacken-Schotter,
 - c) 1 Raumteil Zement, 2 Raumteilen granulierter Hochofenschlacke, 4 Raumteilen Hochofenschlacken-Schotter,
 - d) 1 Raumteil Zement, 4 Raumteilen Lokomotivlösch.

Um den Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit der Eiseneinlagen auf die Rostbildung festzustellen, wurden die Eiseneinlagen in 3 verschiedenen Zuständen eingelegt, und zwar:

1. rostfrei, mit Walzhaut,
2. rostig, aber frei von Blätterrost,
3. blank, d. h. von der Walzhaut befreit.

5. Lagerungsart und Behandlung der Platten während der Dauerversuche.

Nachdem die Platten der auf Seite 13 erwähnten und in den Zahlentafeln Nr. 7—18 Seite 87—98 angegebenen verhältnismäßig sehr hohen Belastung zur Erzeugung von Rissen unterzogen worden waren, wurden je 18 Platten jeder Sorte in den Dauerversuchsanlagen weiter beansprucht, und zwar je 6 Platten:

1. unter ruhender Belastung, im Freien, jedoch gegen die Witterungseinflüsse geschützt,
2. unter ruhender Belastung, im Freien, allen Witterungseinflüssen ausgesetzt,
3. unter periodischer Be- und Entlastung im geschlossenen Raume, jedoch dem abwechselnden Einflusse von Wasser und Luft ausgesetzt.

6. Beobachtungen und Feststellungen.

Während der Beanspruchung in den Dauerversuchsanlagen wurden die Probenplatten fortlaufend in bestimmten Zeiträumen untersucht, um festzustellen, ob Veränderungen eingetreten waren.

Dabei wurde beobachtet:

1. die äußere Beschaffenheit der Platten, und zwar ob
 - a) Ausblühungen am Beton entstanden, und
 - b) Rostflecken an den Rißstellen aufgetreten waren, sowie ob
 - c) die vorhandenen Risse sich erweitert hatten oder neue sichtbar geworden waren,
2. die Durchbiegung der Platten hinsichtlich
 - a) Zunahme derselben mit der Dauer der Beanspruchung und
 - b) Veränderung der Durchbiegung infolge der periodischen Be- und Entlastung.

Nach Abschluß der Versuche wurden, ausgenommen bei den Platten, die für weitere Sonderversuche bestimmt waren, die Eiseneinlagen durch Ausstemmen des Betons freigelegt und festgestellt, ob:

1. an den mit Walzhaut und blank eingelegten Eisenstäben Rost entstanden war,
2. die verrostet eingelegten Stäbe stärkeren Rost angesetzt hatten oder der Rost verschwunden, d. h. eine Entrostung eingetreten war,
3. die in den Betonplatten im voraus und durch die Dauerbelastungen erzeugten Risse die Entstehung von Rostansatz begünstigt hatten,
4. die Porosität des Betons einen Einfluß auf die Rostbildung ausübte,
5. die Art des Betons bzw. der Zuschlagstoffe von Einfluß auf die Rostbildung war.

7. Festlegung und Bezeichnung des Grades des Rostansatzes an den Eiseneinlagen.

Um bei der Beurteilung des Grades des Rostansatzes eine möglichst zutreffende Wertung anzuwenden, wurde nach vielen Vorversuchen in der Weise verfahren, daß sämtliche Eiseneinlagen nach dem Umfang des Rostansatzes in eine Reihe geordnet wurden.

Es ergab sich hierbei, daß, unter Vernachlässigung geringfügiger Abweichungen, 6 typische Rostgruppen unterschieden werden konnten, und zwar die Gruppen

- | | | | |
|-----------|---------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| rostfrei, | Rostspuren, | Rostanflug, | schwacher Rostansatz, |
| | 4 | 5 | |
| | starker Rostansatz, | Rostkuppen und Blätterrost. | |

Die farbigen Abb. 3 bis 5 veranschaulichen diese verschiedenen Grade der Rostbildung.

Eisenstäbe von 10 mm Durchmesser
rostfrei mit Walzhaut eingebettet.



0: Zustand des Eisens vor dem Einbetten in die Betonkörper.
1—5: Grad der Rostbildung nach Beendigung der Dauerversuche.

8. Anzahl der für die Versuche benutzten Probekörper.

Die Anzahl der Versuchskörper ergibt sich aus folgendem: Es waren anzuwenden:

- a) 2 Plattenstärken, nämlich 8 cm und 14 cm,
- b) 6 Arten von Beton verschiedener Zusammensetzung (s. Seite 3 und 12),
- c) 3 Arten Eiseneinlagen (s. Seite 3),
- d) 3 Lagerungsarten (s. Seite 4).

Die Gesamtzahl der Versuchskörper (Platten) betrug hiernach

$$2 \cdot 6 \cdot 3 \cdot 3 = 108,$$

wozu noch 90 Probewürfel zur Ermittlung der Druckfestigkeit der verschiedenen Betonarten traten.

III. Materialien für die Probekörper.

Die erforderlichen Materialien wurden seitens der Versuchsanstalt beschafft, und zwar unter Vermittlung der Firma Wayß & Freytag und Windschild & Langelott, G. m. b. H., Dresden. Sie gelangten teils im Anlieferungszustande, teils nach Vorbehandlung zur Verwendung. Die Art der Vorbehandlung ist in den folgenden Absätzen 2 und 3 mit angegeben.

1. Der Zement.

Der gesamte für die Versuche benötigte Portlandzement wurde von der Firma Oppelner Portlandzement-Fabriken vorm. F. W. Grundmann in Oppeln kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die normengemäße Prüfung (alte Normen, Lagerung der Probekörper 1 Tag in feuchter Luft, 27 Tage unter Wasser) lieferte folgende Ergebnisse:

Abbinde- beginn	Abbinde- zeit	Zugfestigkeit		Druckfestigkeit	
		nach		nach	
		28 Tagen	91 Tagen	28 Tagen	91 Tagen
nach 4 $\frac{1}{2}$ Stunden	9 Stunden	28,8 kg/qcm	35,1 kg/qcm	295 kg/qcm	397 kg/qcm

2. Die Zuschlagstoffe.

- a) Kiessand aus der Grube der Firma Dyckerhoff & Widmann in Kaditz bei Dresden.

Der Kiessand (s. Abb. 6) wurde nach den getroffenen Vereinbarungen in Sand von 0 bis 7 mm Korngröße und in Kies von 7 bis 25 mm Korngröße getrennt. Er enthielt 4 Teile Sand und 1 Teil Kies.

a) Der Sand.

Das Gewicht des getrockneten Sandes betrug:

- im lose geschichteten Zustande 1620 kg/cbm,
- im eingerüttelten Zustande . . . 1742 kg/cbm.

Der Dichtigkeitsgrad im ersteren Zustande war 0,630 und im letzteren 0,677.

Bei den Siebversuchen ergab der Sand folgende Zusammensetzung:

Rückstand auf dem Siebe mit:

7 mm Lochweite	2,25	$\frac{0}{0}$,
5 " "	3,70	$\frac{0}{0}$,
20 Maschen für 1 qcm	12,10	$\frac{0}{0}$,
60 " " I "	23,40	$\frac{0}{0}$,
120 " " I "	27,95	$\frac{0}{0}$,
300 " " I "	15,12	$\frac{0}{0}$,
500 " " I "	13,10	$\frac{0}{0}$,
900 " " I "	0,70	$\frac{0}{0}$,
das Siebfeine des letzten Siebes	1,30	$\frac{0}{0}$,
Streuverlust	0,38	$\frac{0}{0}$.

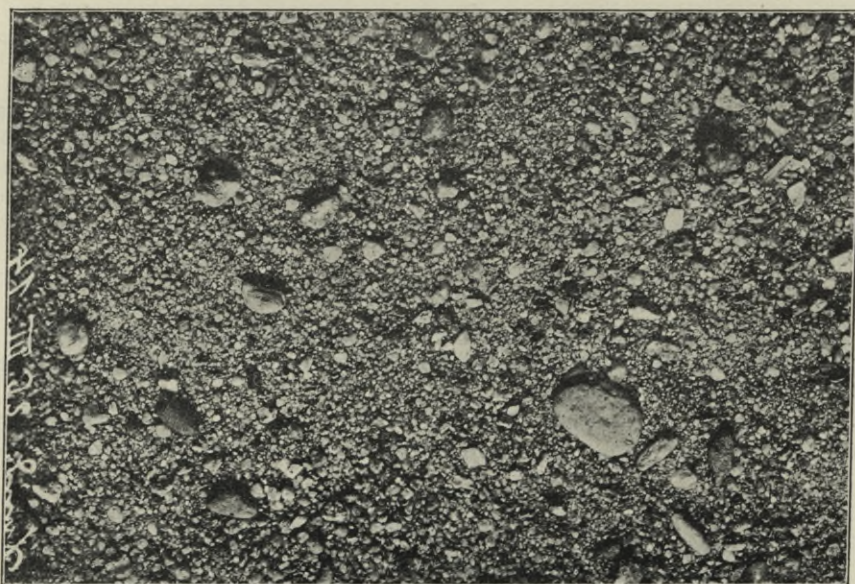


Abb. 6. Korngrößen des Kiessandes: 0—25 mm.

β) Der Kiessand.

Das Gewicht des getrockneten Kiessandes in der natürlichen Zusammensetzung 4 Teile Sand und 1 Teil Kies betrug:

im lose geschichteten Zustande 1707 kg/cbm,

im eingerüttelten Zustande . . 1896 "

Der Dichtungsgrad im ersteren Zustande war 0,647 und im letzteren 0,719.

Bei den Siebversuchen zeigte der Kiessand folgende Zusammensetzung:

Rückstand auf dem Siebe mit:

25 mm Lochweite	1,77	$\frac{0}{0}$,
20 " "	2,48	$\frac{0}{0}$,
15 " "	3,40	$\frac{0}{0}$,
10 " "	5,16	$\frac{0}{0}$,
7 " "	4,18	$\frac{0}{0}$,
5 " "	3,60	$\frac{0}{0}$,
20 Maschen für 1 qcm	9,92	$\frac{0}{0}$,
60 " " I "	16,08	$\frac{0}{0}$,
120 " " I "	20,20	$\frac{0}{0}$,
300 " " I "	14,90	$\frac{0}{0}$,

500 Maschen für 1 qcm	16,72 ⁰ / ₀ ,
900 „ „ I „	0,38 ⁰ / ₀ ,
das Siebfeine des letzten Siebes	0,95 ⁰ / ₀ ,
Streuverlust	0,26 ⁰ / ₀ .

b) Bimskies aus Neuwied am Rhein.

Die Anteile mit weniger als 7 mm und mehr als 20 mm Korngröße wurden aus dem Bimskies durch Absieben entfernt. Der Rückstand besaß alsdann folgende Zusammensetzung (s. Abb. 7):



Abb. 7. Korngrößen des Bimskieses: 7—20 mm.

Rückstand auf dem Siebe mit:

15 mm Lochweite	9,52 ⁰ / ₀ ,
10 „ „	30,90 ⁰ / ₀ ,
7 „ „	59,58 ⁰ / ₀ .

Lose geschichtet wog 1 cbm Bimskies:

im trockenen Zustande	530 kg.
---------------------------------	---------

c) Granulierte Hochofenschlacke aus Burgsolms bei Wetzlar (Rheinland).

Sämtliche Anteile mit mehr als 7 mm Korngröße wurden durch Absieben entfernt.

Der Rest besaß folgende Zusammensetzung (s. Abb. 8):

Rückstand auf dem Siebe mit:

5 mm Lochweite	7,93 ⁰ / ₀ ,
20 Maschen für 1 qcm	36,17 ⁰ / ₀ ,
60 „ „ I „	35,99 ⁰ / ₀ ,
120 „ „ I „	11,60 ⁰ / ₀ ,
300 „ „ I „	3,32 ⁰ / ₀ ,
500 „ „ I „	3,22 ⁰ / ₀ ,
900 „ „ I „	0,40 ⁰ / ₀ ,
Siebfeines	1,37 ⁰ / ₀ .

Lose geschichtet wog 1 cbm der granulierten Hochofenschlacke
im trockenen Zustande 1030 kg.

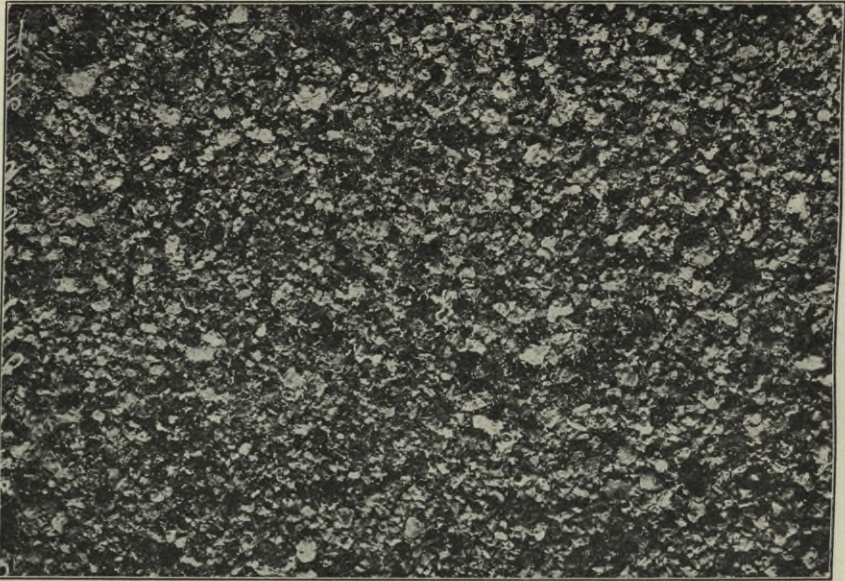


Abb. 8. Korngrößen der granulierten Hochofenschlacke: 0—7 mm.

d) Hochofenschlacken-Schotter (Pochsand) von den „Harzer Werken
zu Rübeland und Zorge“.

Die Anteile von weniger als 7 mm und mehr als 20 mm Korngröße wurden
durch Absieben entfernt, der Rest besaß folgende Zusammensetzung (s. Abb. 9):



Abb. 9. Korngrößen des Hochofenschlackenschotter (Pochsand): 7—20 mm.

Rückstand auf dem Siebe mit:

15 mm Lochweite	18,52 ⁰ / ₀ ,
10 „ „	32,41 ⁰ / ₀ ,
7 „ „	49,07 ⁰ / ₀ .

Lose geschichtet wog 1 cbm des Hochofen-Schlackenschotters
im trockenen Zustande 1400 kg.

e) Gas-Schlackenschotter aus der Städtischen Gasanstalt Dresden-Neustadt.

Da für die Betonmischung 4 (s. Seite 12) ein nach den üblichen Anschauungen für Betonzwecke ungeeigneter Schlackenschotter benutzt werden sollte, wurde Gas-Schlackenschotter verwendet.

Aus dem angelieferten Material wurden durch Absieben alle Teile mit weniger als 7 mm und mehr als 25 mm Korngröße entfernt.

Der Rest zeigte bei den Siebversuchen folgende Zusammensetzung (s. Abb. 10):

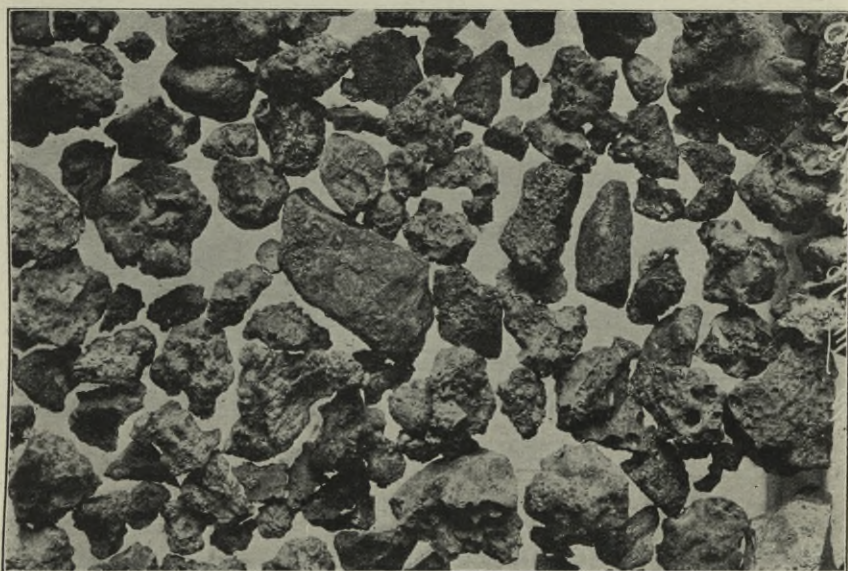


Abb. 10. Korngrößen des Gas-Schlackenschotters: 7—25 mm.

Rückstand auf dem Siebe mit:

20 mm Lochweite	47,50 ⁰ / ₀ ,
15 „ „	34,99 ⁰ / ₀ ,
10 „ „	14,06 ⁰ / ₀ ,
7 „ „	3,45 ⁰ / ₀ .

Im getrockneten Zustande wog 1 cbm Gas-Schlackenschotter 1330 kg.

f) Lokomotivlösche.

Die Lokomotivlösche gelangte im Anlieferungszustande zur Verwendung. Bei den Siebversuchen zeigte sie folgende Zusammensetzung (s. Abb. 11):

Rückstand auf dem Siebe mit:

20 mm Lochweite	6,75 ⁰ / ₀ ,
15 „ „	6,30 ⁰ / ₀ ,
10 „ „	10,42 ⁰ / ₀ ,
7 „ „	10,36 ⁰ / ₀ ,

20 Maschen für 1 qcm . . .	28,74	$\frac{0}{0}$,
60 „ „ I „ . . .	16,72	$\frac{0}{0}$,
120 „ „ I „ . . .	6,00	$\frac{0}{0}$,
300 „ „ I „ . . .	3,00	$\frac{0}{0}$,
500 „ „ I „ . . .	4,15	$\frac{0}{0}$,
900 „ „ I „ . . .	0,40	$\frac{0}{0}$,
Siebfeines	6,82	$\frac{0}{0}$,
Streuverlust	0,34	$\frac{0}{0}$.

Im getrockneten Zustande wog 1 cbm Lokomotivlösch 630 kg.



Abb. 11. Korngrößen der Lokomotivlösch: 0—25 mm.

3. Die Eiseneinlagen.

Die Eiseneinlagen bestanden aus Siemens-Martin-Flußeisen, bezogen von der Königin-Marienhütte in Cainsdorf i. Sa. Sie wurden in Gegenwart eines Beamten der Versuchsanstalt ausgewalzt und auf Länge geschnitten.

Die Festigkeitsprüfung lieferte folgende Ergebnisse:

Stabdurchmesser d mm	Fließgrenze σ_f kg/qcm	Zugfestigkeit K_z kg/qcm	Verhältniszahl $\frac{\sigma_f}{K_z}$	Bruchdehnung %	Quersammenziehung %
8,0	3800	5100	0,75	30,0	64,6
10,0	3500	4850	0,72	30,5	67,2

Da die Eiseneinlagen gemäß den Angaben auf Seite 3 in 3 verschiedenen Zuständen zu verwenden waren, wurde die erste Reihe, die rostfrei mit Walzhaut versehen in die Platten eingebettet werden sollte, nur zur Entfernung eines etwaigen leichten Rostanfluges mit rauen Tüchern abgerieben.

Die rostig einzulegenden Stäbe wurden zur Erzeugung der genügenden Rostschicht etwa 8 Wochen in feuchtem Sande gelagert und dann durch Abreiben

mit feuchten rauen Tüchern von dem anhaftenden Sande gereinigt. Blätterrost war nicht vorhanden, doch waren die Stäbe gleichmäßig und vollständig mit einer dünnen Rostschicht bedeckt.

Von den im blanken Zustande zu verwendenden Stäben wurde die Walzhaut mit der Feile entfernt und die Oberfläche dann mit Schmirgelleinen abgezogen.

Da die Eiseneinlagen beim Einbetonieren zur Sicherung ihrer gegenseitigen Lage mit den Formkästen verschraubt werden sollten (s. Abschnitt IV), wurden sie an beiden Enden mit Gewinde versehen.

IV. Formkästen für die Probekörper.

Für die Platten gelangten Formkästen aus Kiefernholz zur Verwendung, deren Bauart und Abmessungen aus Abb. 12 ersichtlich sind. Zur Vermeidung des Quellens und Schwindens, sowie des Aufsaugens von Wasser aus dem Beton erhielten sie einen Leinölanstrich und zur Verhinderung etwaiger Formänderungen durch das Einstampfen der Betonmasse einen Beschlag aus kräftigen Profilleisen.

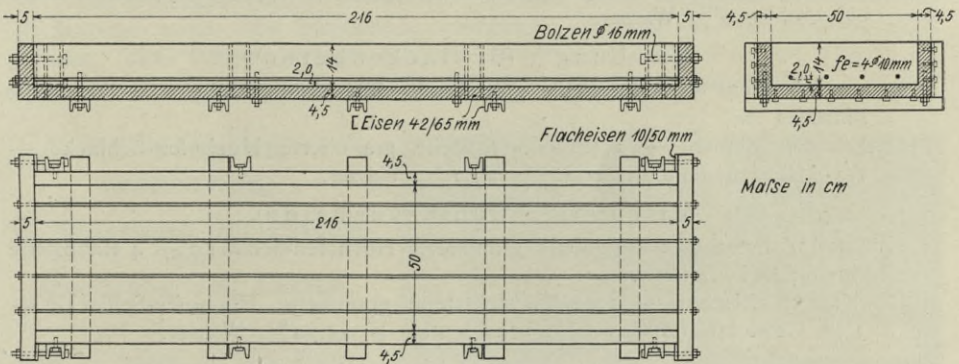


Abb. 12. Formkästen für die Probekörper.

An den Stirnwänden waren die Kästen mit je 4 Bohrlöchern versehen, in welche die 4 Eiseneinlagen der Probeplatten genau paßten. Sie dienen zur Sicherung der Lage dieser Stäbe während des Einstampfens. Außerdem wurden die Eisenstäbe noch durch aufgeschraubte Verlängerungshülsen und Muttern leicht angespannt, so daß das Durchhängen verhindert wurde, ohne daß die Stäbe aber erheblich auf Zug beansprucht wurden.

Als Formkästen für die Druckprobewürfel dienten eiserne Normalformen mit Aufsatzkästen.

V. Anfertigung der Probekörper.

Die Anfertigung der Probekörper erfolgte in einem gegen Witterungseinflüsse geschützten Raume durch Arbeiter der Firma Wayß & Freytag und Windschild & Langelott, G. m. b. H., in Dresden, und zwar in der Zeit vom 6. Juli bis 5. Oktober 1908.

Dabei wurden an jedem Arbeitstage 6 Platten mit den zugehörigen Druckprobewürfeln fertiggestellt.

1. Herstellung der Betonmasse.

Nach dem Arbeitsplan (s. Seite 3) waren die Mischungen der verschiedenen Betonarten nach Raumteilen zu bemessen. Da dies jedoch wegen des ungleichen Setzens der einzelnen Zuschlagstoffe Schwierigkeiten verursacht hätte, erfolgte für die

einzelnen Arten der Zuschlagstoffe eine Umrechnung der Raumteile auf Gewichtsteile. Dabei wurden sämtliche Feststellungen auf Trockengewichte bezogen, was mit Rücksicht auf den verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt der Stoffe erforderlich war. Demgemäß erfolgte auch die Bestimmung des Wasserzusatzes in Gewichtsprozenten derartig, daß der Wassergehalt der Zuschlagstoffe ermittelt und dann nur so viel Wasser zugesetzt wurde, daß die Betonmasse einen vorher als hinreichend festgestellten Gesamtwassergehalt aufwies.

Das zugesetzte Wasser war Dresdner Leitungswasser vom Härtegrad 7,2 und einer mittleren Temperatur von etwa 14°.

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Umstände ergaben sich die folgenden Mischungen und Wasserzusätze:

Mischung 1 (Kiesbeton).

- 1 Raumteil Zement + 4 Raumteile Kiessand =
 1 Gewichtsteil Zement + 4,81 Gewichtsteile Kiessand + 10,17%¹⁾ Wasser.

Mischung 2 (Bimsbeton).

- 1 Raumteil Zement + 2 Raumteile Sand + 4 Raumteile Bimskies =
 1 Gewichtsteil Zement + 2,23 Gewichtsteile Sand + 1,46 Gewichtsteile Bimskies + 19,4%¹⁾ Wasser.

Mischung 3 (Schlackenbeton).

- 1 Raumteil Zement + 2 Raumteile granuliert Hochofen-Schlacke + 4 Raumteile Bimskies =
 1 Gewichtsteil Zement + 1,42 Gewichtsteile granuliert Hochofen-Schlacke + 1,46 Gewichtsteile Bimskies + 21,1%¹⁾ Wasser.

Mischung 4 (Schlackenbeton).

- 1 Raumteil Zement + 2 Raumteile granuliert Hochofen-Schlacke + 4 Raumteile Gas-Schlackenschotter =
 1 Gewichtsteil Zement + 1,42 Gewichtsteile granuliert Hochofen-Schlacke + 3,72 Gewichtsteile Gas-Schlackenschotter + 14,64%¹⁾ Wasser.

Mischung 5 (Schlackenbeton).

- 1 Raumteil Zement + 2 Raumteile granuliert Hochofen-Schlacke + 4 Raumteile Hochofen-Schlackenschotter =
 1 Gewichtsteil Zement + 1,42 Gewichtsteile granuliert Hochofen-Schlacke + 3,86 Gewichtsteile Hochofen-Schlackenschotter + 11,13%¹⁾ Wasser.

Mischung 6 (Schlackenbeton).

- 1 Raumteil Zement + 4 Raumteile Lokomotivlöschschotter =
 1 Gewichtsteil Zement + 1,74 Gewichtsteile Lokomotivlöschschotter + 21%¹⁾ Wasser.

Das Mischen der einzelnen Bestandteile erfolgte von Hand auf dichter, nicht absaugender Unterlage in einer der Eigenart der jeweiligen Zuschlagstoffe entsprechenden Weise. Die stark Wasser aufsaugenden Zuschlagstoffe (Bimskies, Gas-Schlackenschotter und Hochofen-Schlackenschotter) wurden dabei vor dem Einmischen mit Wasser gesättigt. In jedem Falle entstand eine reichlich feuchte Betonmasse.

2. Einstampfen der Betonmassen.

Nach Einbau der Eiseneinlagen (s. Seite 11) und nach Anfeuchten derselben wurden die Betonmassen in die Formkästen eingebracht. Dabei wurde in der Weise verfahren, daß zuerst eine bis dicht über die Eisenstäbe reichende Schicht eingelegt und diese unter den Eiseneinlagen mit Stopfhölzern soweit als möglich verdichtet wurde. Alsdann wurde bei den 8 cm dicken Platten sofort die gesamte zur Fertigstellung erforderliche Betonmasse eingestampft, während bei den

¹⁾ Der Wassergehalt ist dabei in Gewichtsprozenten auf das gesamte Gewicht des trockenen Betongemenges bezogen.

14 cm dicken Platten das Einstampfen in 2 Schichten erfolgte. In beiden Fällen erhielt jede Schicht 800 Stampfstöße mit Normalstampfern von 12 kg Gewicht bei 25 cm Hubhöhe.

Demnach betrug die gesamte Stampfarbeit bei den

$$8 \text{ cm starken Platten } 800 \cdot 12 \cdot 0,25 = 2400 \text{ mkg,}$$

$$14 \text{ „ „ „ } 2 \cdot 800 \cdot 12 \cdot 0,25 = 4800 \text{ mkg.}$$

Das Einstampfen der Druckprobewürfel erfolgte in entsprechender Weise mit der Maßgabe, daß eine dem geringeren Volumen der Würfel entsprechende Stampfarbeit aufgewendet wurde.

3. Behandlung und Lagerung der Probekörper.

Nach dem Abbinden des Betons wurden die Probekörper mit Bezeichnungen versehen. Sie lagerten alsdann 2 Tage mit nassen Säcken bedeckt in den Formkästen und 3 weitere Tage auf den Grundplatten derselben. Hiernach wurden sie gewogen und dann bis zum Alter von 163 Tagen im Freien unter feuchtem Sande aufbewahrt. Nach Ablauf dieser Frist wurden sie nach einem gegen Witterungseinflüsse geschützten Raume überführt.

Die Druckprobewürfel wurden in derselben Weise behandelt, jedoch bereits 48 Stunden nach ihrer Herstellung vollständig entformt und in feuchten Sand gebettet. Ihre Prüfung erfolgte teils im Alter von 28, teils von 170 Tagen. Im Alter von 170 Tagen wurde das Raumgewicht des Betons festgestellt.

VI. Versuchsausführung.

A. Belastung der Platten zur Erzeugung von Rissen.

Nach dem Arbeitsplane (s. Seite 2) waren in den Platten zunächst mit stoßfrei steigender Belastung Risse zu erzeugen, um der Luft und Feuchtigkeit den Zutritt zu den Eiseneinlagen zu erleichtern. Um hierbei einer Ueberbeanspruchung der Eiseneinlagen und damit einer Zerstörung der Platten vorzubeugen, wurde die durch die jeweilige Belastung erzeugte Eisen­spannung berechnet und die Belastung beendet, sobald die Platte 10 deutlich sichtbare Risse aufwies oder die rechnermäßige Eisen­spannung die Fließgrenze nahezu erreichte.

Bei den Biegeversuchen besaßen die Probekörper ein Alter von 168 bis 175 Tagen.

Wie aus der Abb. 13 ersichtlich ist, wurden die Platten mit 200 cm Stützweite in der Prüfungsmaschine gelagert und durch 2 symmetrisch im Abstande

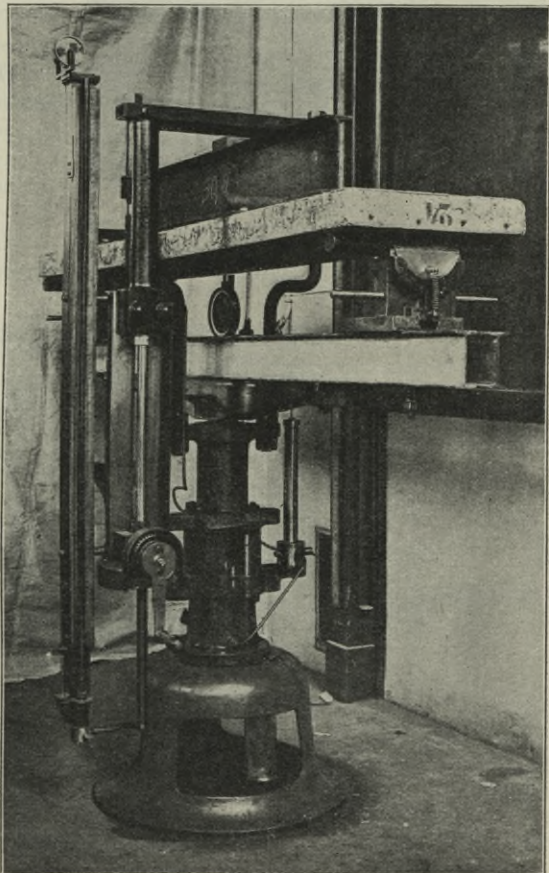


Abb. 13. Belastungseinrichtung zur Erzeugung von Rissen.

von 1 m über die ganze Plattenbreite verteilte Einzelkräfte stufenweise steigend belastet.

Die Messung der Durchbiegung erfolgte in der Mitte der Platten.

B. Dauerversuche.

Dieselben erstreckten sich auf Beanspruchungen der Platten mit ruhender Belastung und periodischer Be- und Entlastung, und zwar erstere bei

Lagerungsart I im Freien gegen

Witterungseinflüsse geschützt und

Lagerungsart II im Freien allen

Witterungseinflüssen ausgesetzt,

während bei der Beanspruchung mit periodischer Be- und Entlastung die

Lagerungsart III im geschlossenen Raume erfolgte.

Für jede dieser 3 Lagerungsarten wurden nach der auf Seite 5 angegebenen Aufstellung je 36 Platten verwendet.

a) Ruhende Belastung.

Die Platten waren mit 200 cm Stützweite auf eisernen Trägern gelagert. Abb. 14 und 15 zeigen die Versuchsanordnungen für die Lagerungsarten I und II.

Die Belastung erfolgte durch 2 Einzellasten in 1 m Abstand und wurde durch Gewichte hervorgerufen, die aus Bruchstücken bestanden, welche von abgeschlossenen Versuchen stammten und auf einer Plattform aufgeschichtet waren.

Bei der Lagerungsart I waren die Plattformen oberhalb der Platten angeordnet

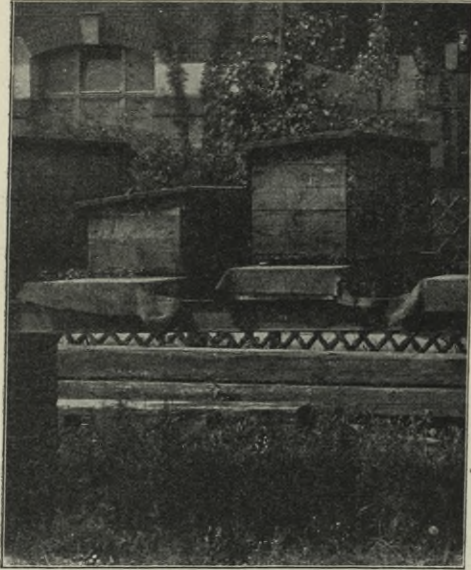


Abb. 14. Lagerungsart I.
Im Freien unter ruhender Belastung
gegen Witterungseinflüsse geschützt.

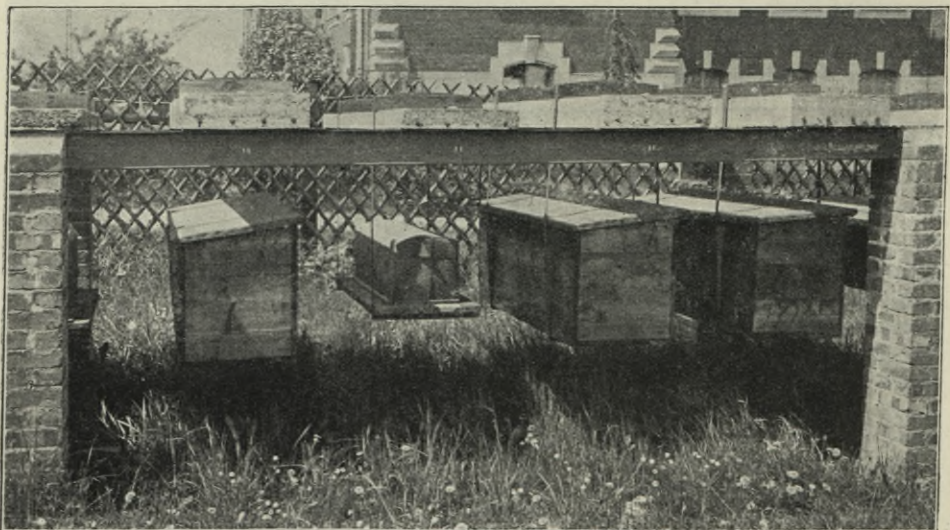


Abb. 15. Lagerungsart II.
Im Freien unter ruhender Belastung allen Witterungseinflüssen ausgesetzt.

(Abb. 14), so daß dieselben gleichzeitig mit als Schutz gegen Witterungseinflüsse dienten, der überdies durch Einhüllung der Platten an der Oberseite und den Längs- und Stirnseiten mittels Dachpappe vervollständigt wurde.

Bei der Lagerungsart II hing die Plattform unter den Platten (Abb. 15), so daß dieselben frei lagen und allen Witterungseinflüssen zugänglich waren. Ueber die mittleren Tagestemperaturen und die Anzahl der Regentage während der vierjährigen Versuchsdauer geben die Schaubilder Abb. 16 und 17 Aufschluß.

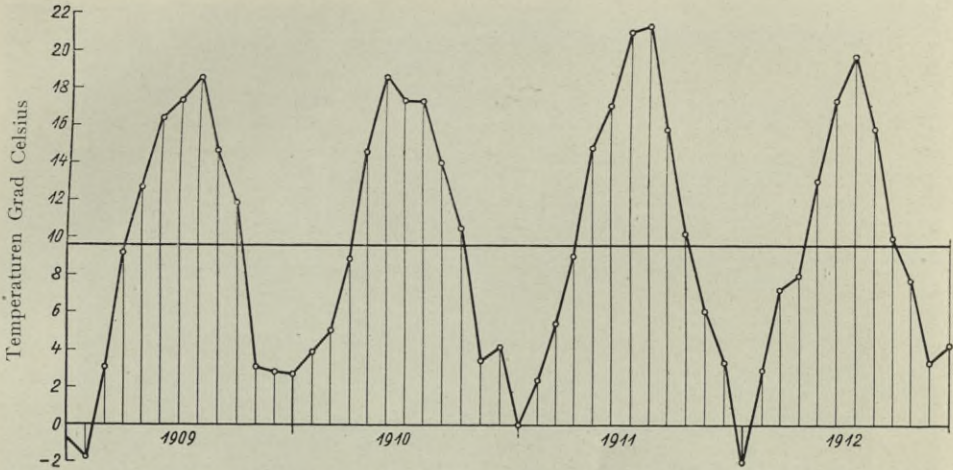


Abb. 16. Mittlere Tagestemperaturen der einzelnen Monate bei Lagerungsart I und II im Freien.
— Mittlere Tagestemperatur während der vierjährigen Dauer der Versuche.

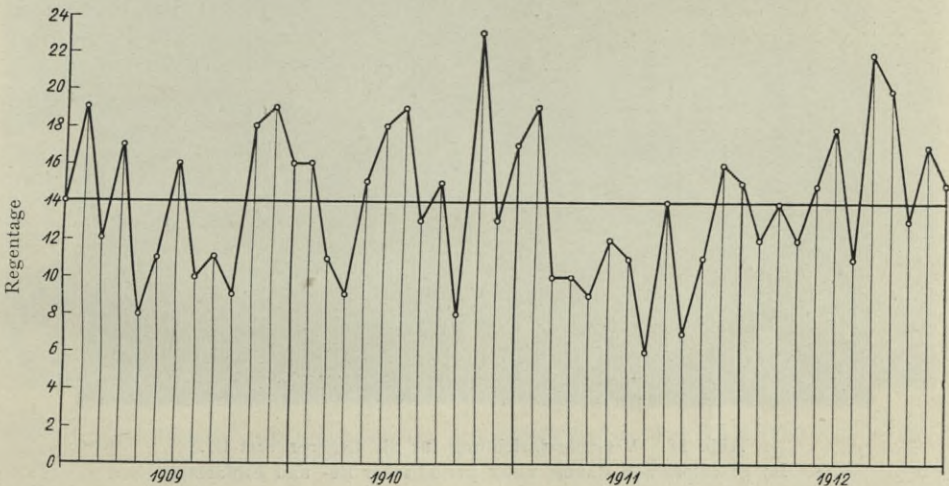


Abb. 17. Anzahl der monatlichen Regentage bei Lagerungsart I und II im Freien.
— Mittlere Anzahl der Regentage während der vierjährigen Dauer der Versuche.

Während der ersten beiden Versuchsjahre betrug die Belastung ein Drittel der bei der Vorbeanspruchung zur Erzeugung von Rissen ermittelten, während im dritten Versuchsjahre die Belastung auf den Betrag gesteigert wurde, der eine rechnungsmäßige Eisenspannung von 1000 kg/qcm erzeugte.

In bestimmten Zeitabschnitten, vergl. Seite 4, wurden die Platten untersucht.

Die Durchbiegungen wurden mittels Zeigerapparaten und Nivellierinstrument festgestellt, indem die Senkung eines in der Plattenmitte vorgesehenen Fixpunktes gegenüber zwei Fixpunkten an den Plattenenden ermittelt wurde.

b) Periodische Be- und Entlastung.

Abb. 18 und 19 zeigen die Einrichtungen der Versuchsanlage für die Lagerungsart III.

Die Platten waren auch hier mit 200 cm Stützweite gelagert und die Belastung erfolgte in derselben Höhe wie unter a) durch 2 Einzellasten in 1 m Abstand, unter Benutzung einer Plattform mit Gewichten. Um die periodische Be- und Entlastung zu ermöglichen, und zwar in Abschnitten von je $2\frac{1}{2}$ Minuten,

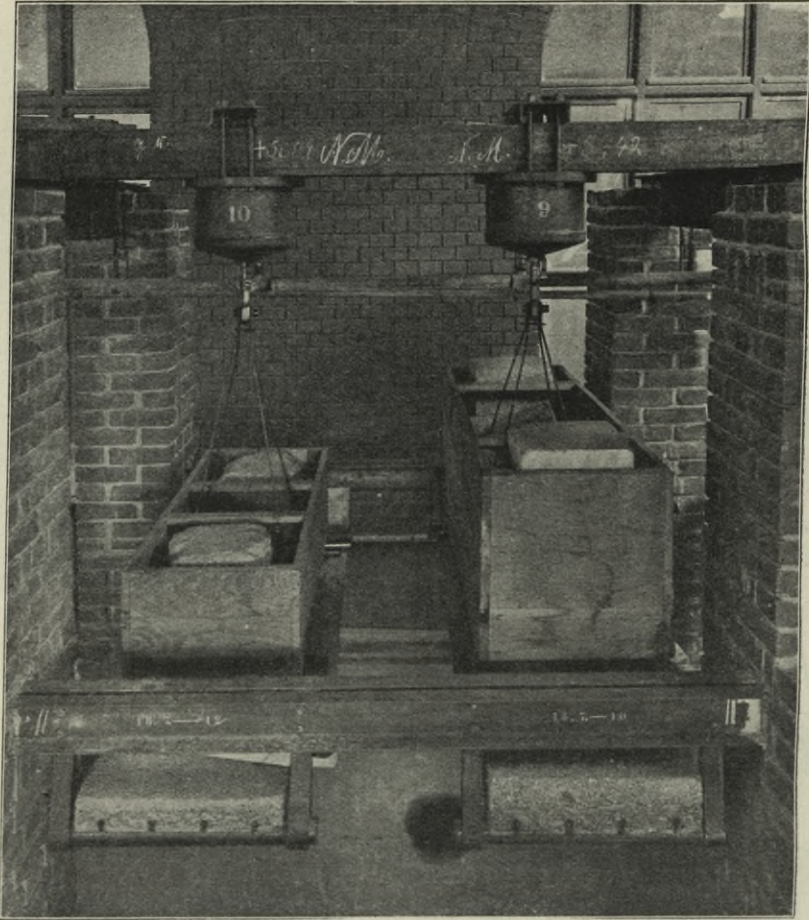


Abb. 18. Versuchseinrichtung für die Lagerungsart III.
Im geschlossenen Raume unter periodischer Be- und Entlastung.

wurden über den Plattformen hydraulische Pressen angebracht und deren Kolbenstangen mit den Plattformen verbunden, so daß bei jedesmaligem Zutritt von Druckwasser in die Preßzylinder die Belastung von den Platten abgehoben und beim Umsteuern der Pressen wieder aufgesetzt wurde.

Die Steuerung der Wasserzu- und -ableitung war so eingerichtet, daß der Belastungswechsel ganz allmählich und stoßfrei erfolgte. Zu letzterem Zwecke waren auch noch starke Filzstreifen zwischen den Platten und den Angriffspunkten der Lasten eingeschaltet.

Als Steuerungsorgan diente ein Dreiwegehahn. Die periodische Drehung desselben wurde durch einen Elektromotor bewirkt. Das wechselweise An- und

Abstellen des Motors in den angegebenen Zeitabschnitten ($2\frac{1}{2}$ Minute) erfolgte durch eine Schaltvorrichtung, die durch einen von der elektrischen Zentraluhr der Versuchsanstalt betätigten Auslöser gesteuert wurde.

In Abb. 19 ist *a* der Dreiwegehahn,
b der Elektromotor,
c die Auslöse- und Schaltvorrichtung.

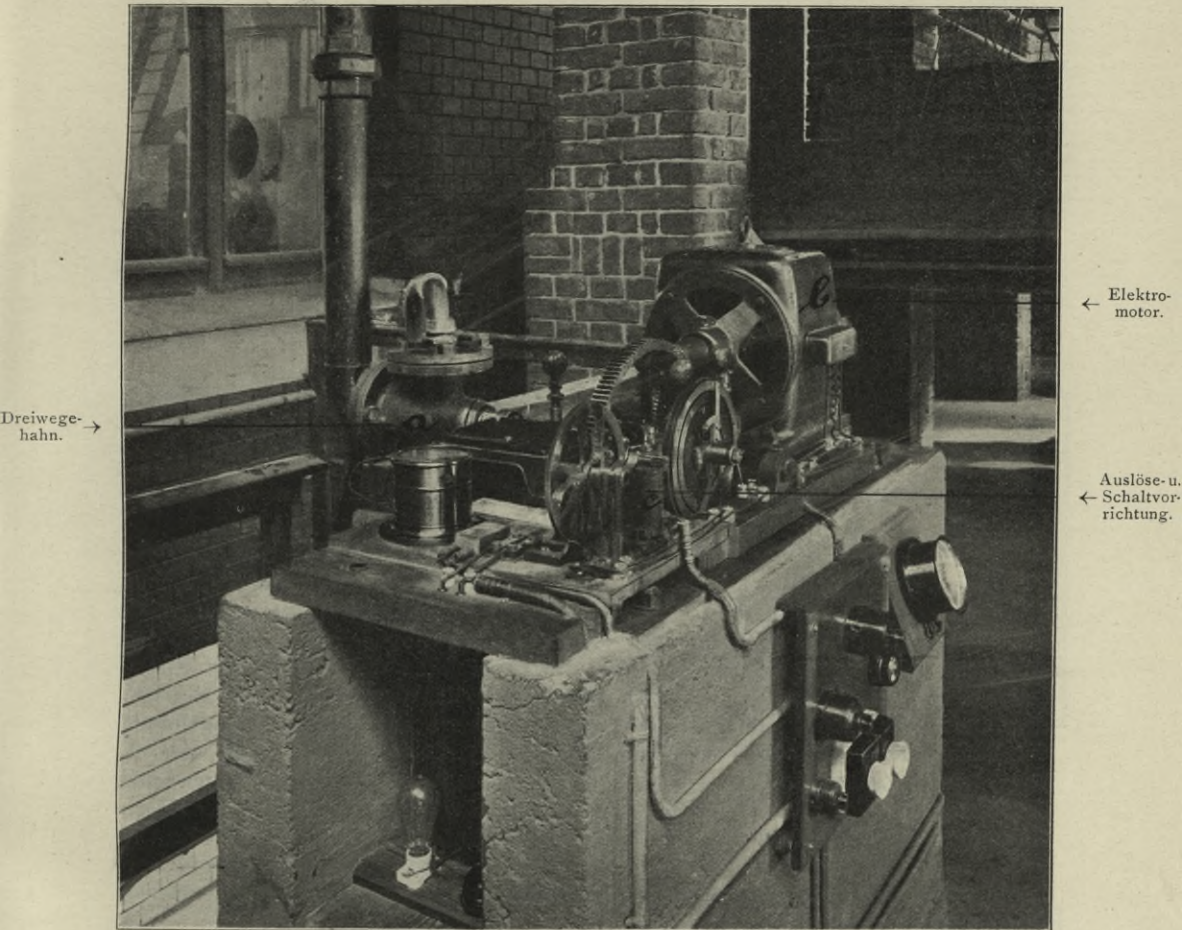


Abb. 19. Betriebseinrichtung zur Erzeugung periodischer Be- und Entlastung (Lagerungsart III).

Jede einzelne Belastungsvorrichtung konnte ohne Ausschaltung der übrigen abgestellt werden, was sich bei Instandhaltung der Anlage und bei den Durchbiegungsmessungen an den Platten erforderlich machte.

Die Zahl der Belastungswechsel wurde an jeder einzelnen Platte durch einen besonderen Zählapparat gezählt. Außerdem wurde auch die Raumtemperatur fortlaufend festgestellt. Abb. 20 zeigt die mittleren Tagestemperaturen der einzelnen Monate während der Versuchsdauer.

Um den Zutritt von Wasser und Luft zu den Eiseneinlagen zu ermöglichen und ihren Einfluß auf die Rostbildung am Eisen feststellen zu können, wurden die Platten in bestimmten Zwischenräumen (10mal jährlich) und zwar ohne Unter-

brechung der periodischen Be- und Entlastung je 3 Tage lang bis zur halben Höhe in Wasser getaucht.

Die während der Versuchsdauer vorgenommenen Untersuchungen der Platten betrafen die gleichen Feststellungen wie bei den Platten unter ruhender Belastung.

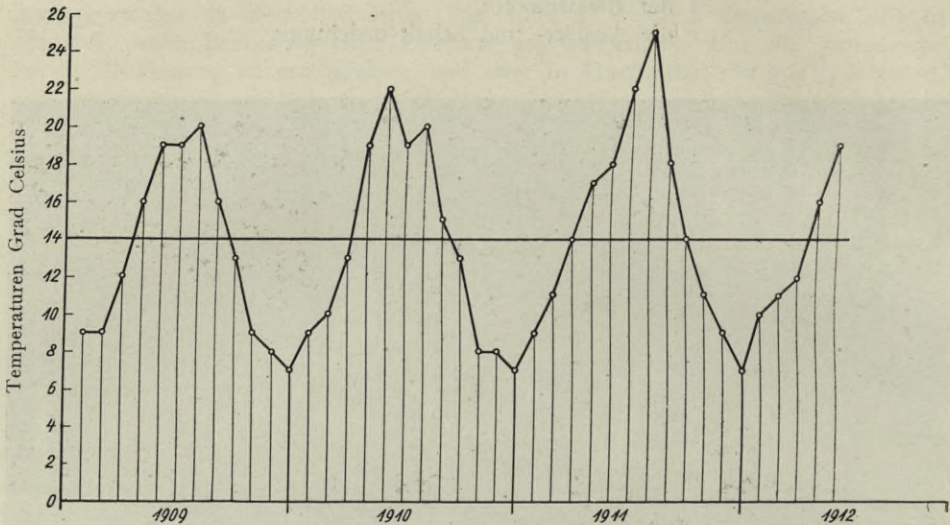


Abb. 20. Mittlere Tagestemperaturen der einzelnen Monate bei Lagerungsart III im geschlossenen Raume.

— Mittlere Tagestemperatur während der vierjährigen Dauer der Versuche.

C. Verteilung der Probekörper auf die verschiedenen Lagerungsarten.

Die Zahlentafel Nr. 2, Seite 61, gibt eine Uebersicht über die Verteilung der einzelnen Platten auf die 3 mit I bis III gekennzeichneten Lagerungsarten.

Hierbei sind die Bezeichnungen der Platten, welche nach dem Abschluß der dreijährigen Lagerung herausgenommen und bei welchen der Zustand der Eiseninlagen festgestellt worden ist, durch fetten Druck hervorgehoben, um sie von den anderen Platten zu unterscheiden, die zunächst behufs weiterer Ausdehnung der Beobachtungszeit, vergl. Abschnitt X, Seite 83, noch weiter gelagert werden.

In den Zahlentafeln Nr. 4 bis 6 Seite 85 sind neben den Plattennummern und der Plattenstärke, sowie der Betonmischung Angaben über den Zustand der Eiseninlagen beim Einbetten in den Beton enthalten. Dabei enthält die Zahlentafel Nr. 6, welche sich auf die Lagerungsart III (abwechselnde Be- und Entlastung) bezieht, noch die Anzahl der während der Versuchsdauer vorgenommenen Belastungen.

VII. Versuchsergebnisse.

A. Biegeversuche zur Erzeugung von Rissen.

Die Ergebnisse sind in den Zahlentafeln Nr. 7 bis 18 zusammengestellt. Sie enthalten neben dem Mischungsverhältnis des Betons und der Stärke der Platten und der Rundeiseneinlagen das mittlere Gewicht der Platten, das Belastungsschema und Angaben über die bei den verschiedenen beschaffenen Eisen erreichte Belastung und Durchbiegung der Platten, bei welcher die angegebene Anzahl Risse festgestellt wurde.

Die Laststufe, bei welcher die letzte Feststellung erfolgte, gibt die Höchstbelastung der Platte an.

Die Lage und den Verlauf der Risse nach Abschluß des jeweiligen Biegeversuches zeigen die Abb. 21 bis 128. Sie sind Spiegelbilder der Unterseiten der Platten und dienen als Grundlagen bei den Untersuchungen während der Dauerversuche.

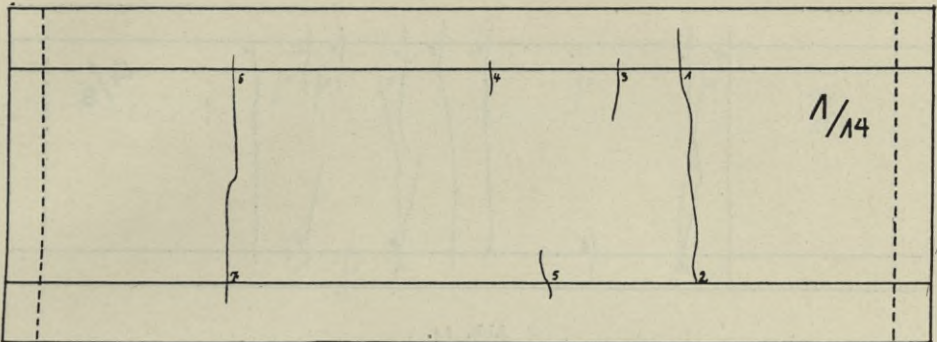


Abb. 21.

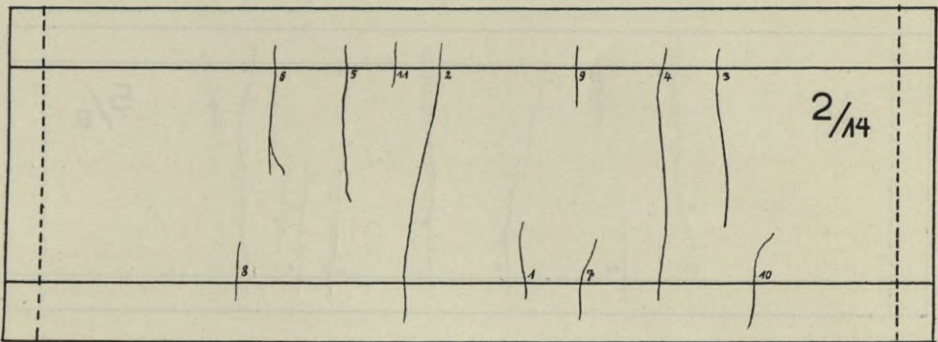


Abb. 22.

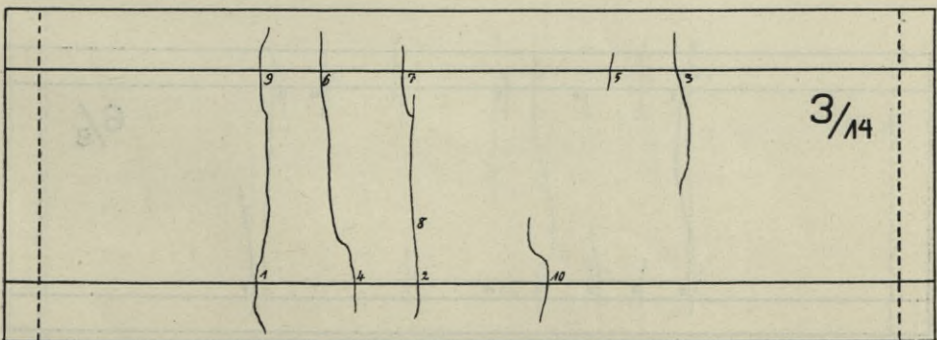


Abb. 23.

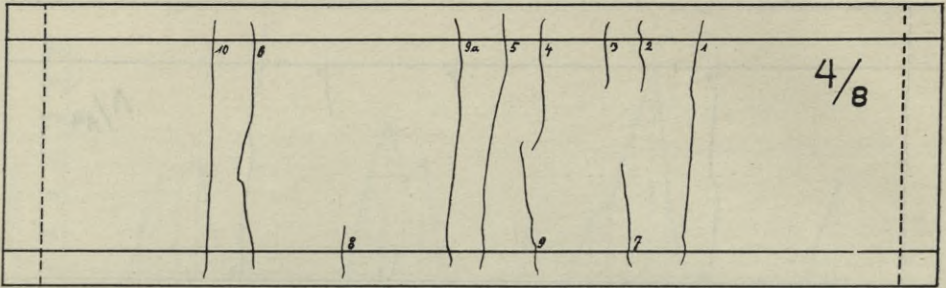


Abb. 24.

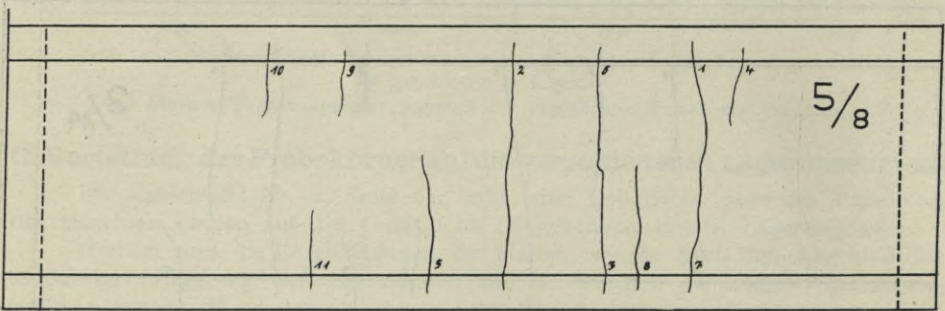


Abb. 25.

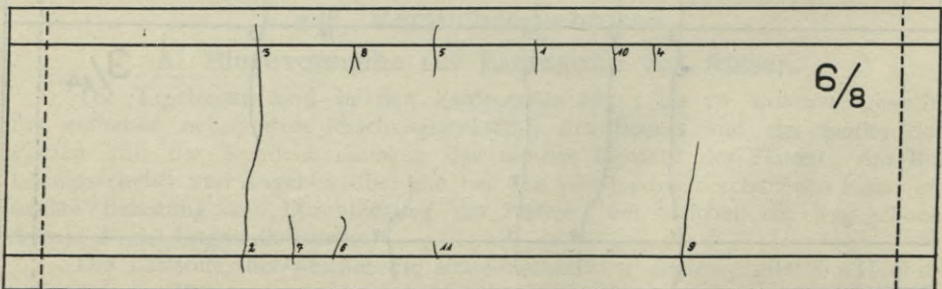


Abb. 26.

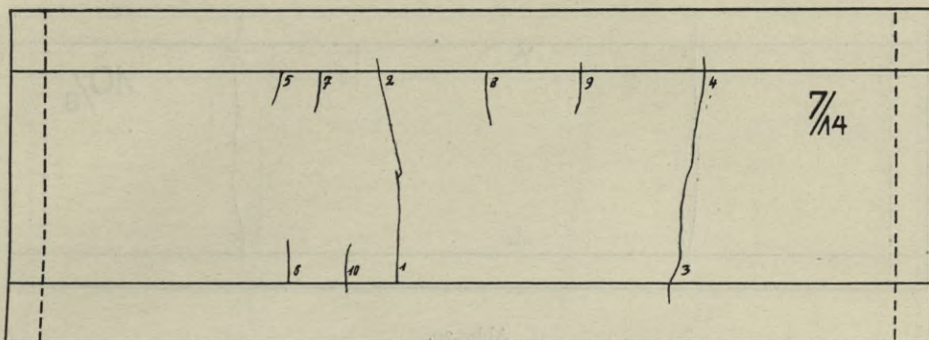


Abb. 27.

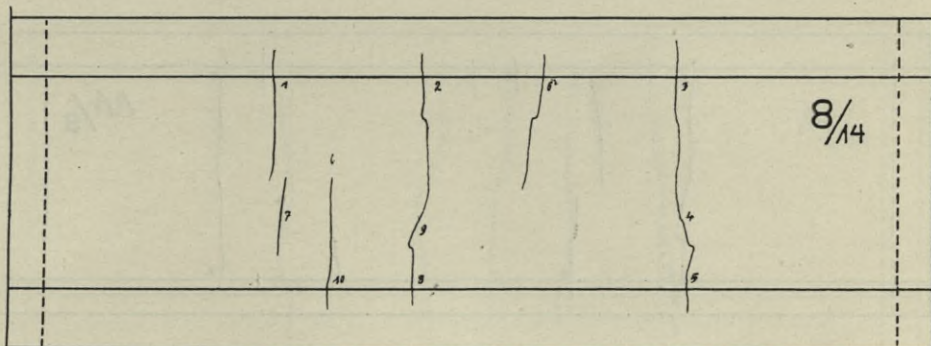


Abb. 28.

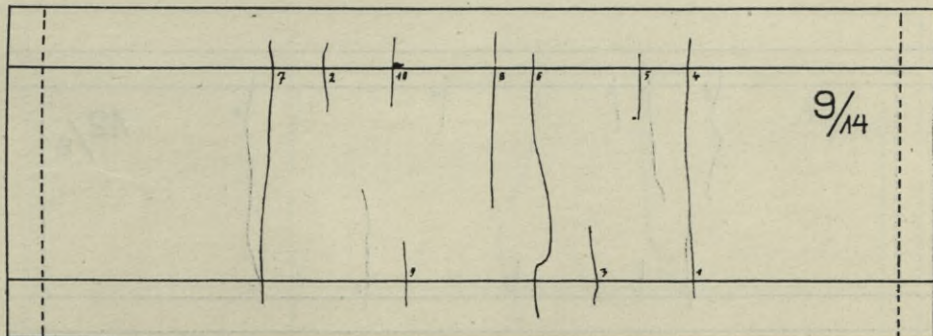


Abb. 29.

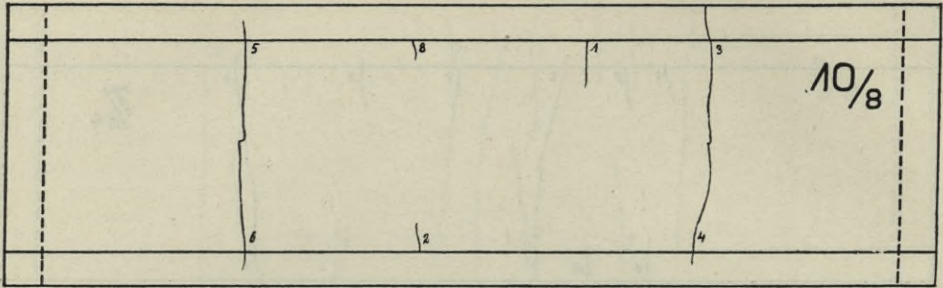


Abb. 30.

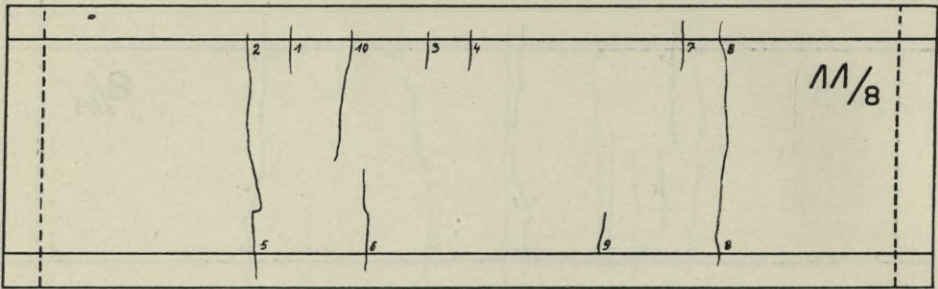


Abb. 31.

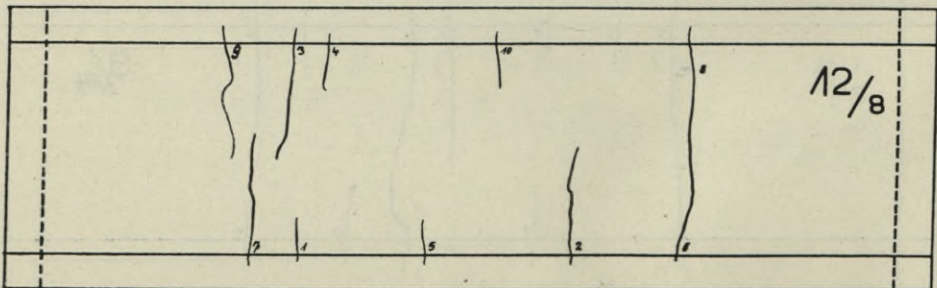


Abb. 32.

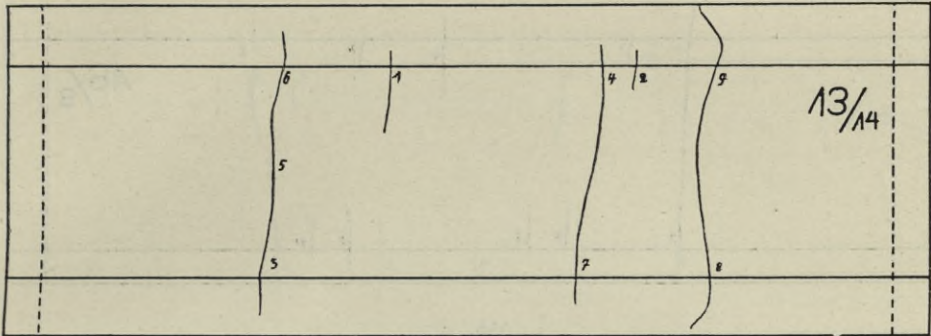


Abb. 33.

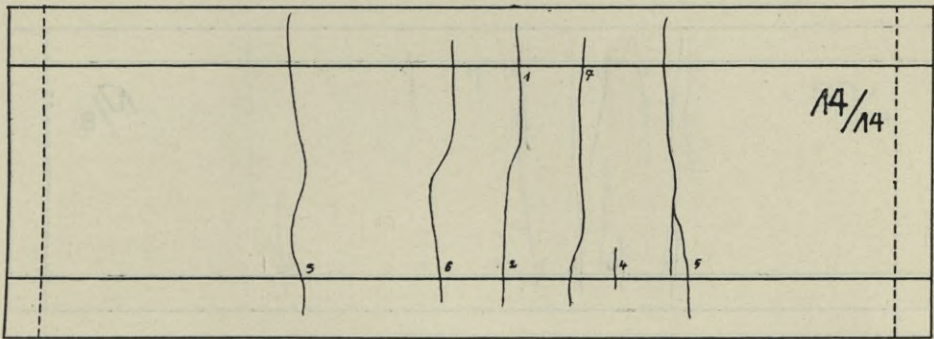


Abb. 34.

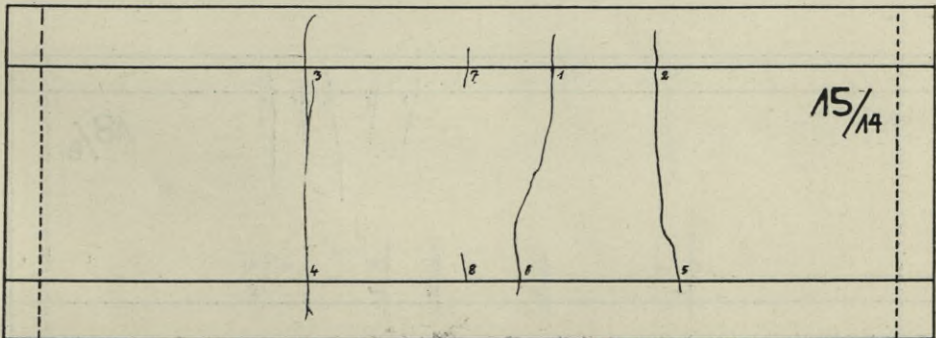


Abb. 35.

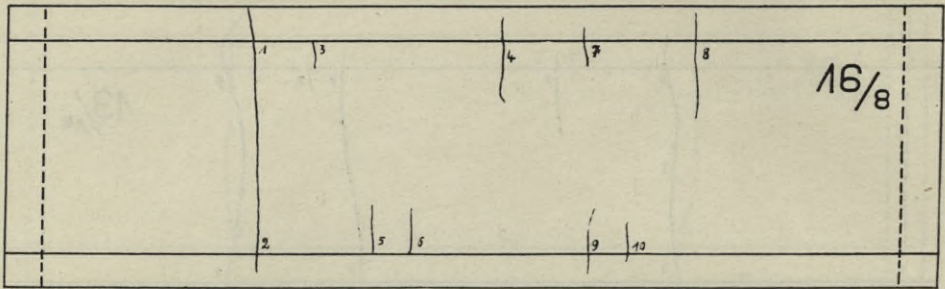


Abb. 36.

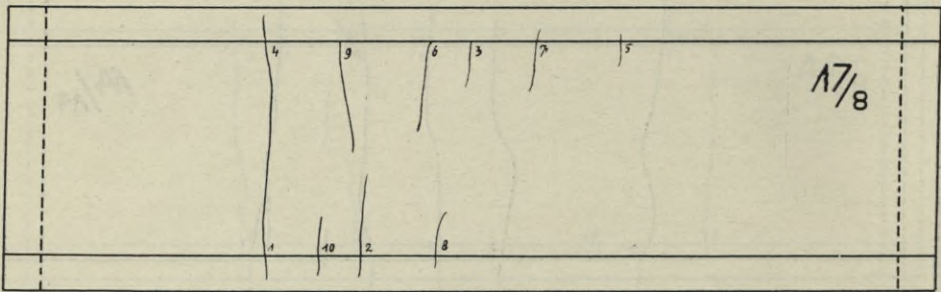


Abb. 37.

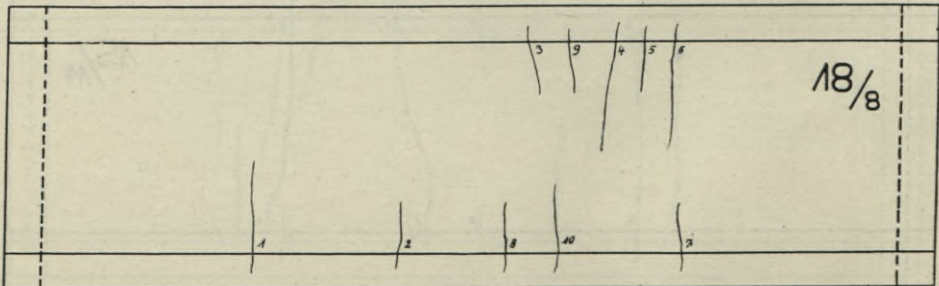


Abb. 38.

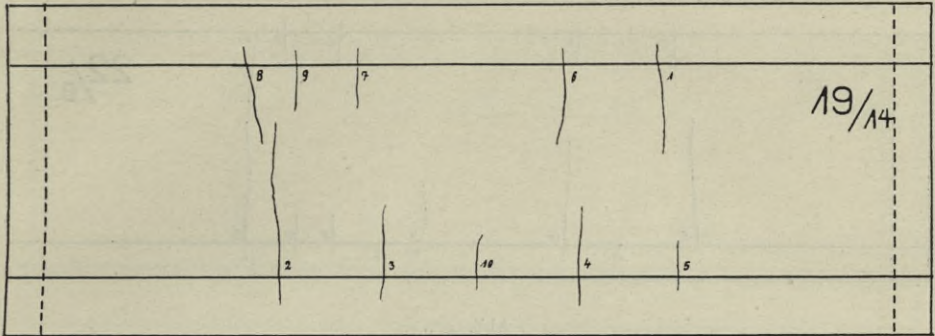


Abb. 39.

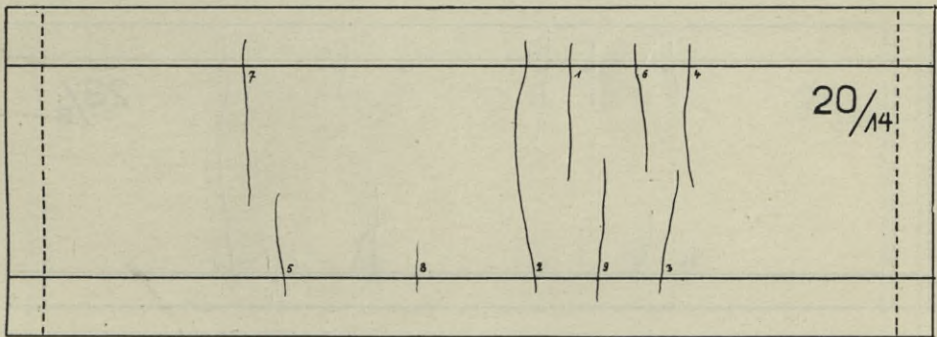


Abb. 40.

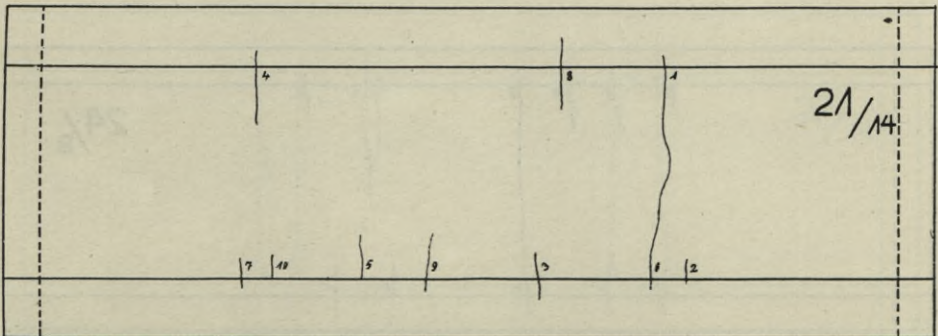


Abb. 41.

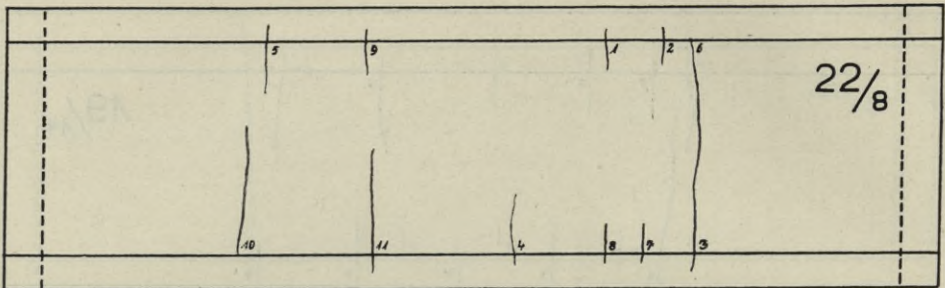


Abb. 42.

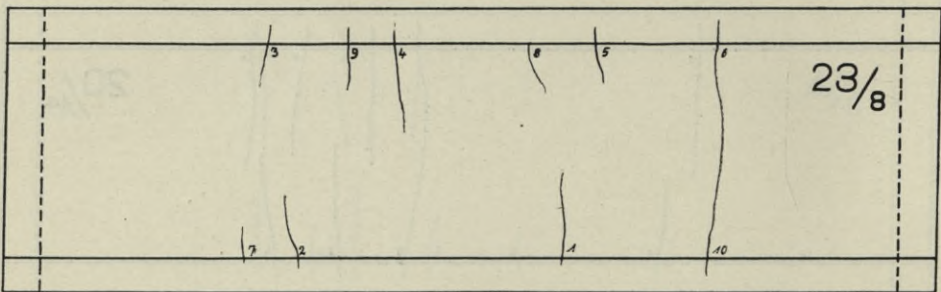


Abb. 43.

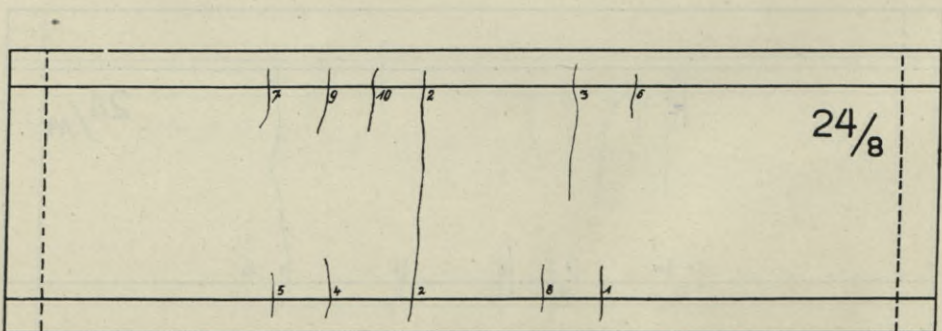


Abb. 44.

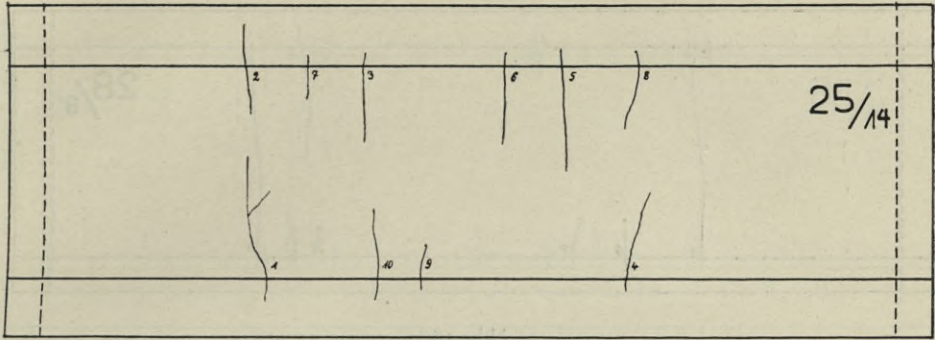


Abb. 45.

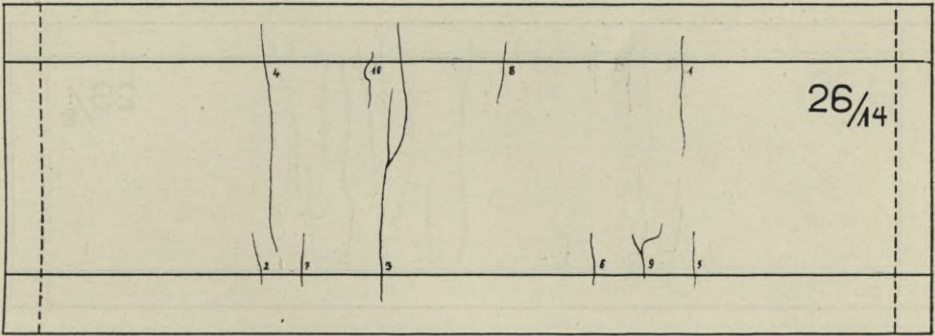


Abb. 46.

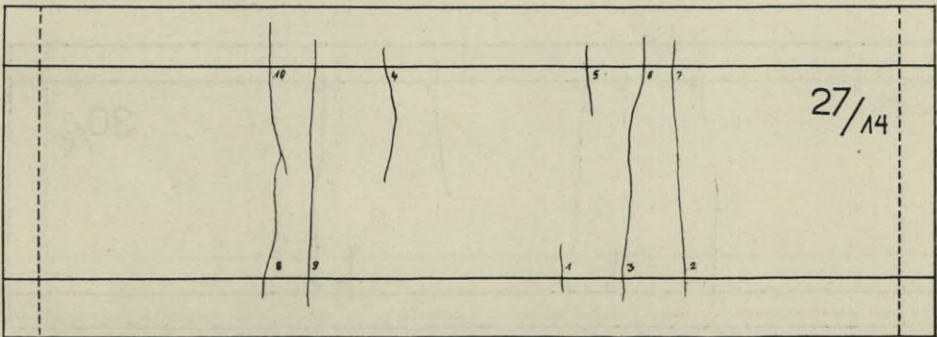


Abb. 47.

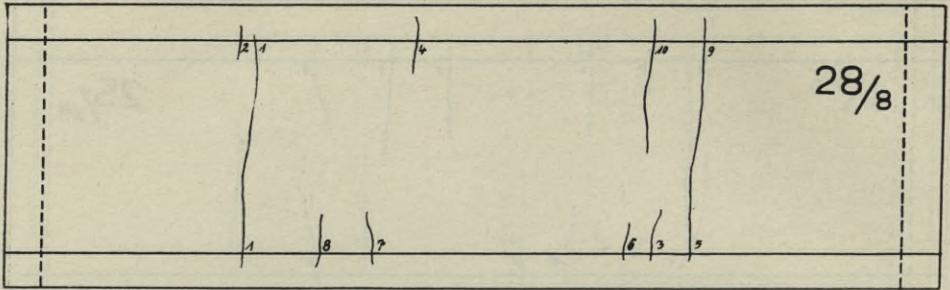


Abb. 48.

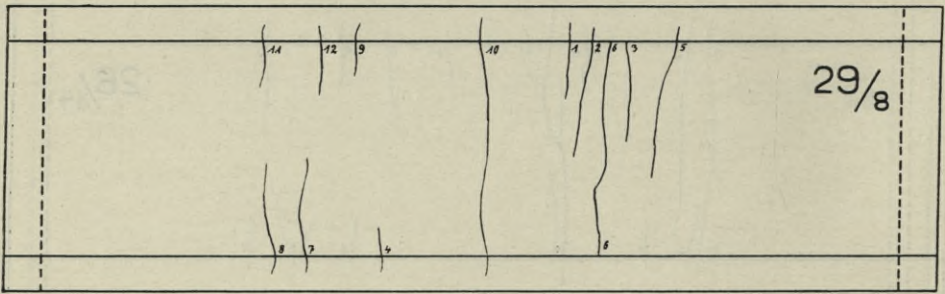


Abb. 49.

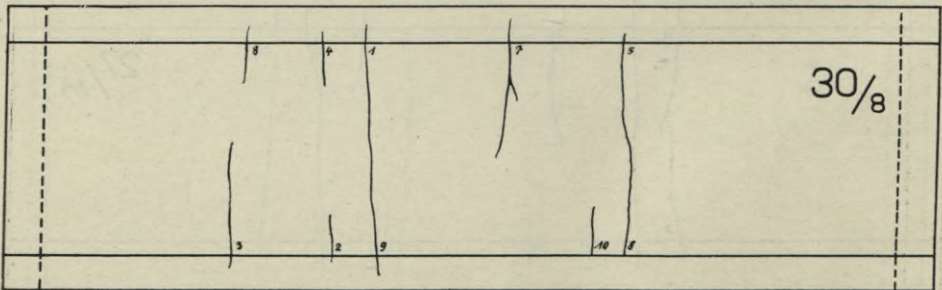


Abb. 50.

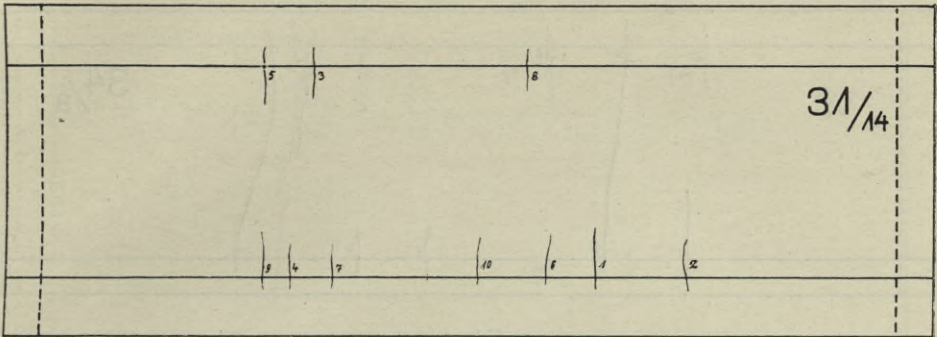


Abb. 51.

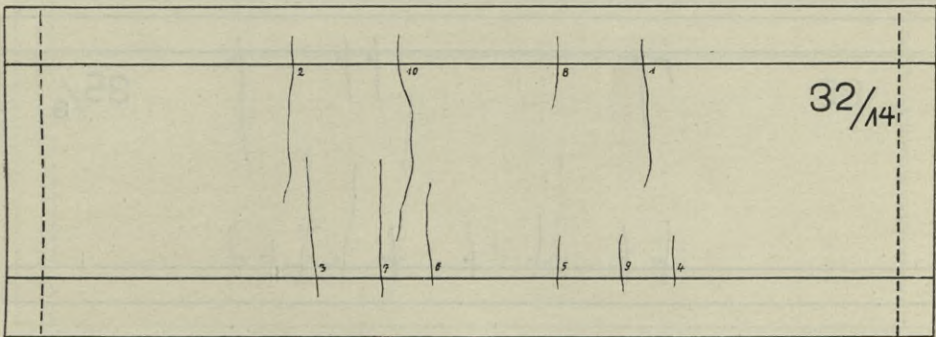


Abb. 52.

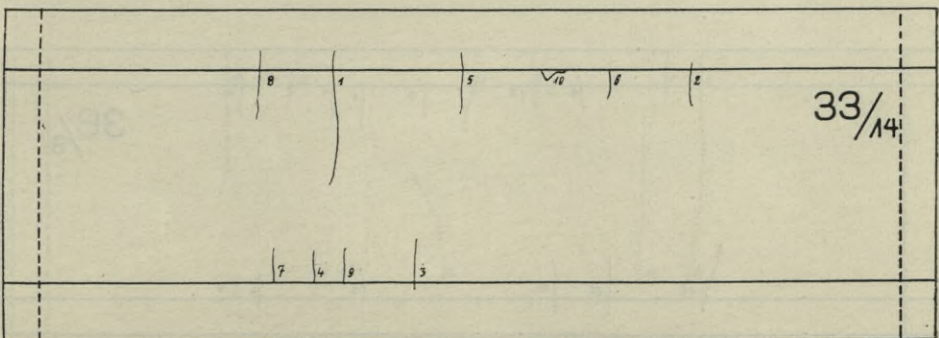


Abb. 53.

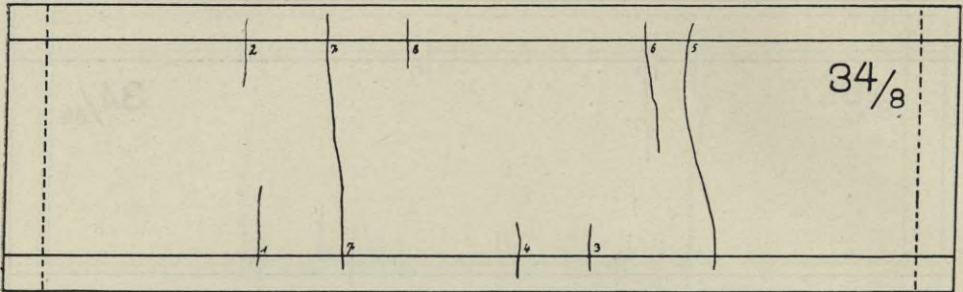


Abb. 54.

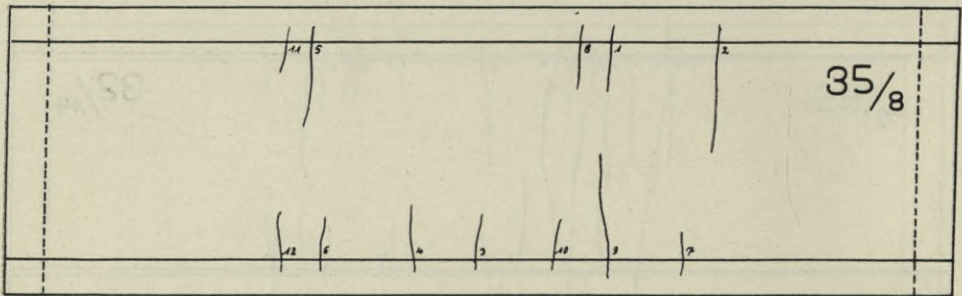


Abb. 55.

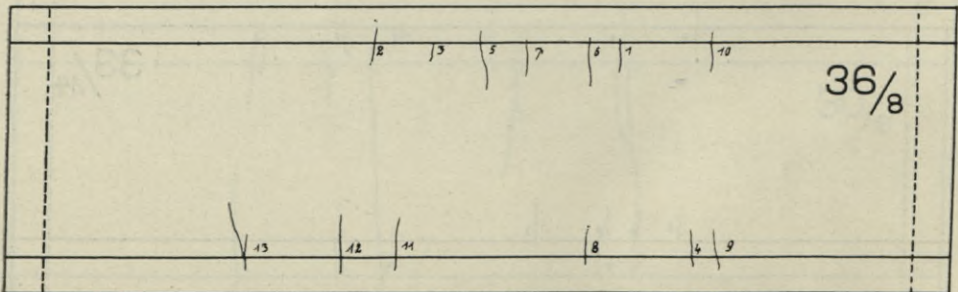


Abb. 56.

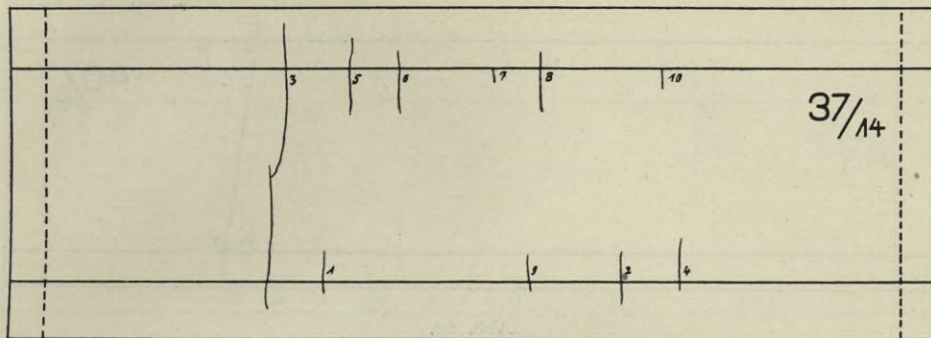


Abb. 57.

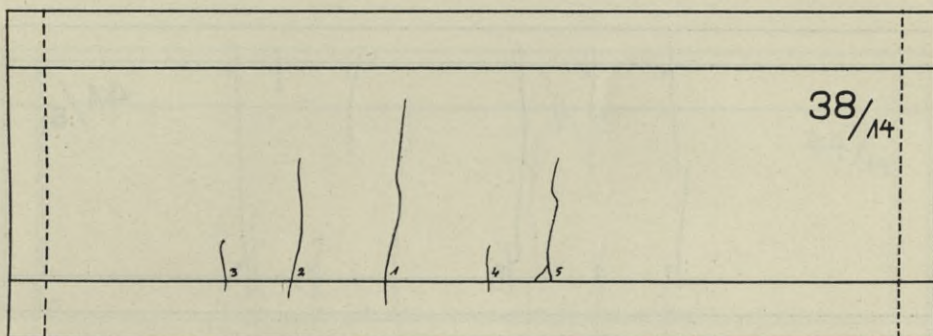


Abb. 58.

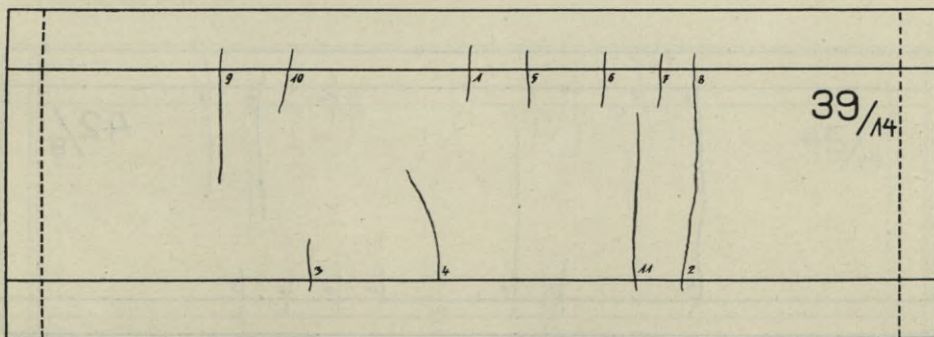


Abb. 59.

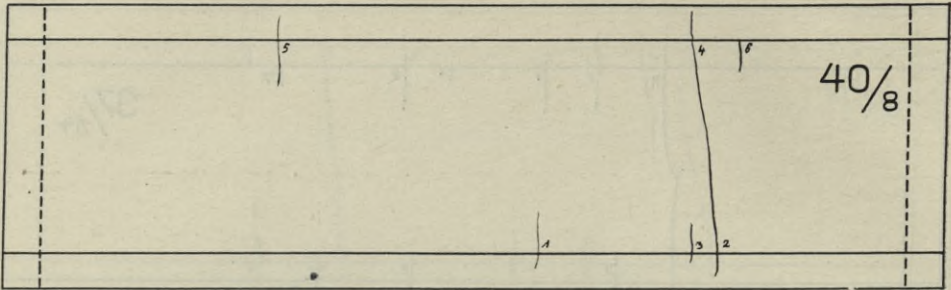


Abb. 60.

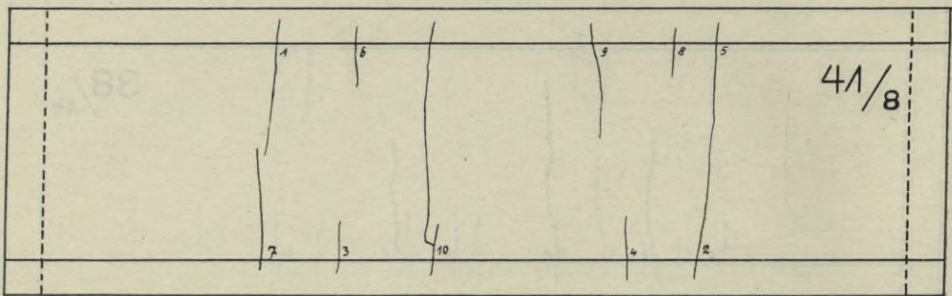


Abb. 61.

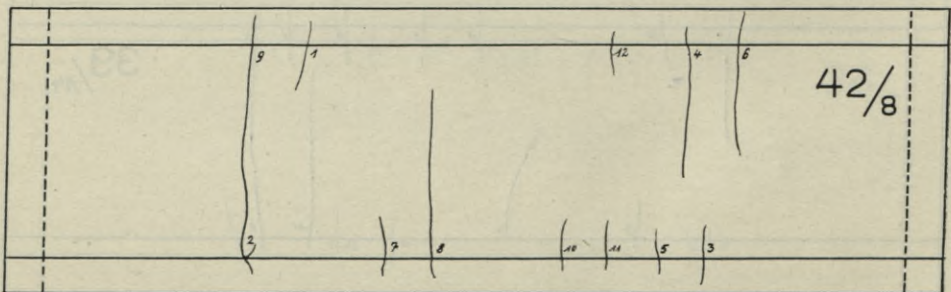


Abb. 62.

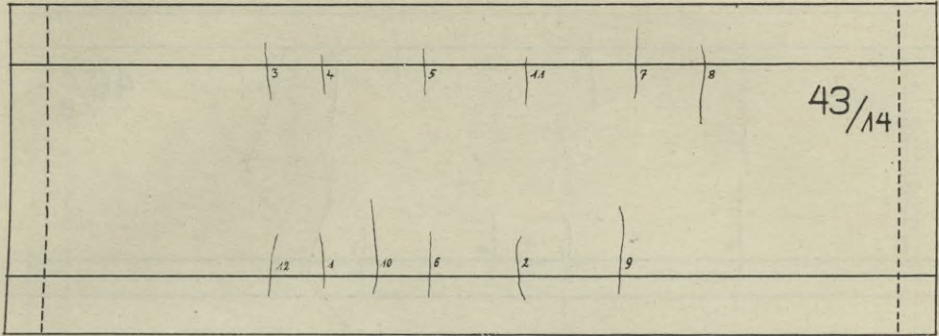


Abb. 63.

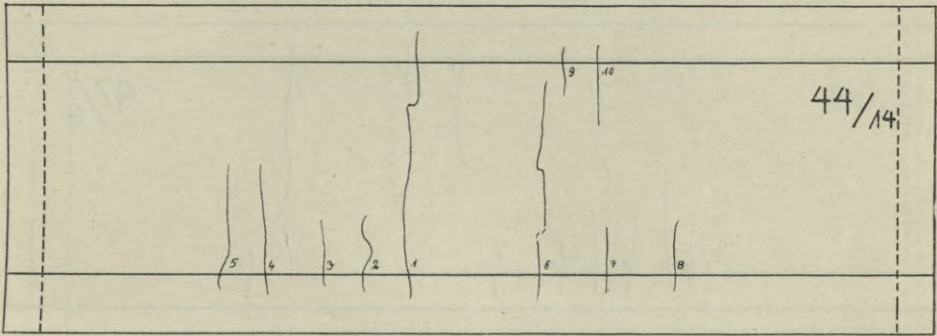


Abb. 64.

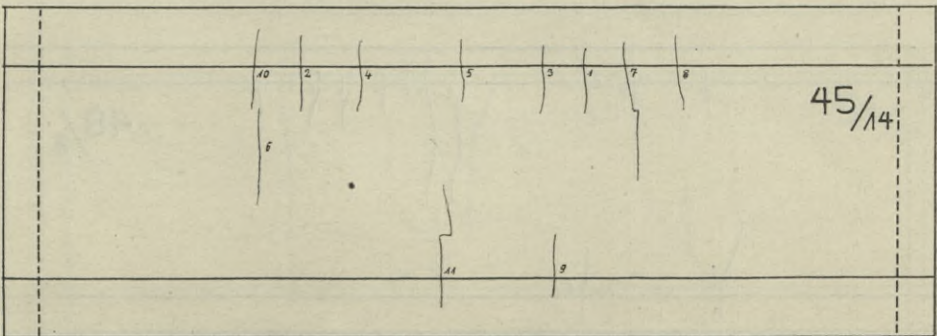


Abb. 65.

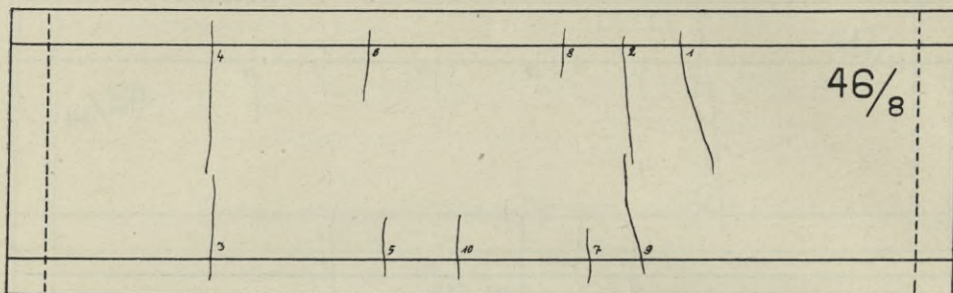


Abb. 66.

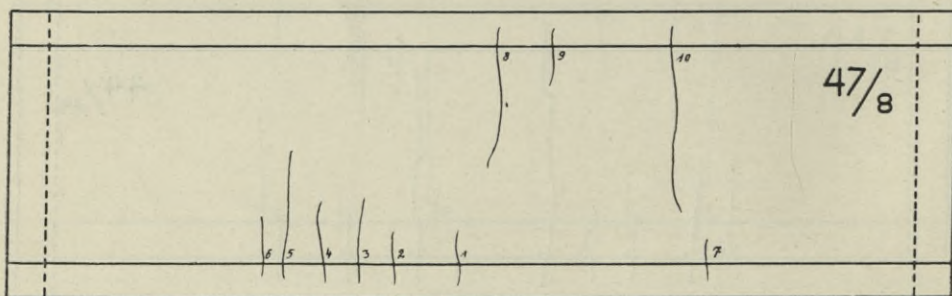


Abb. 67.

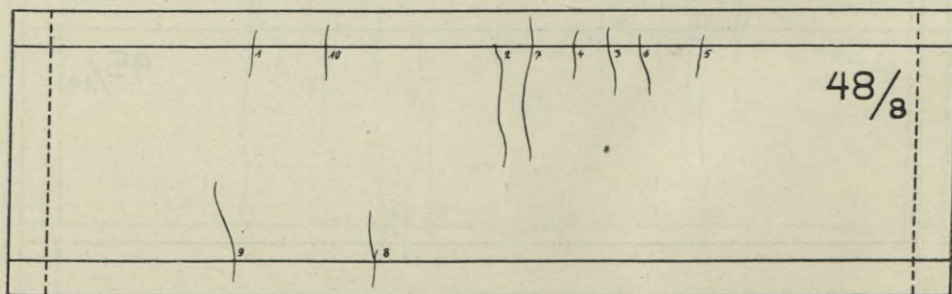


Abb. 68.

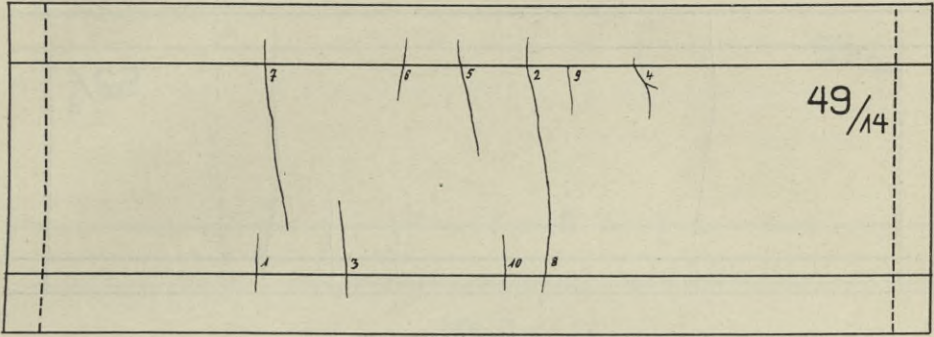


Abb. 69.

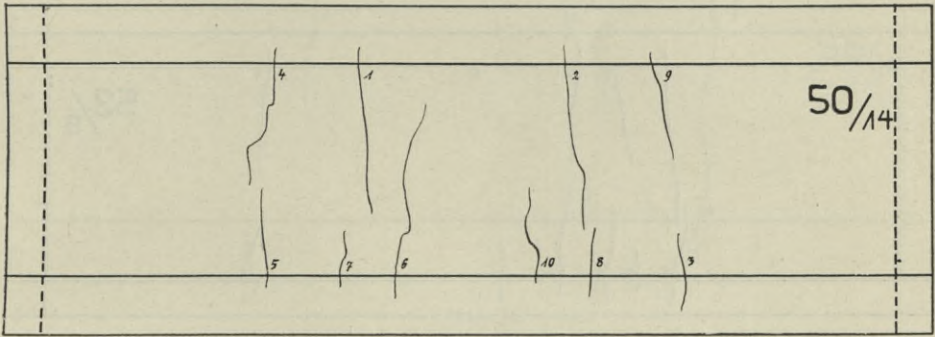


Abb. 70.

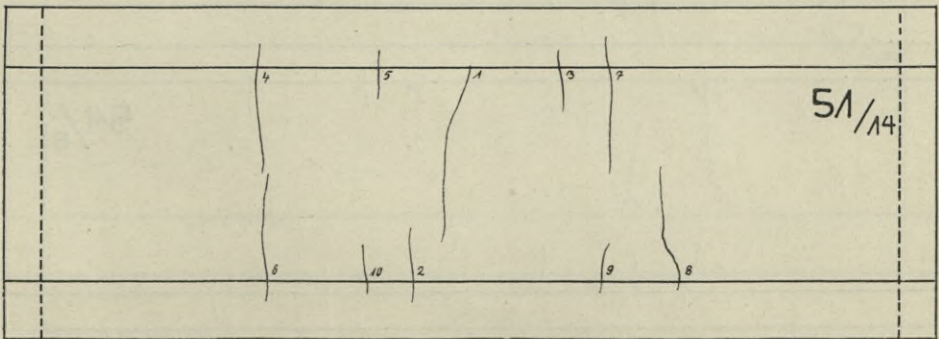


Abb. 71.

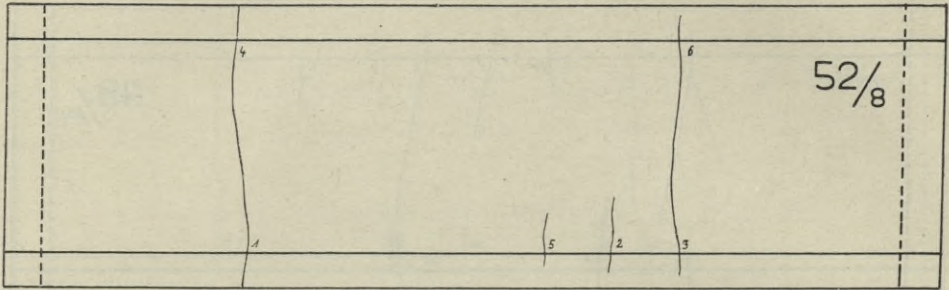


Abb. 72.

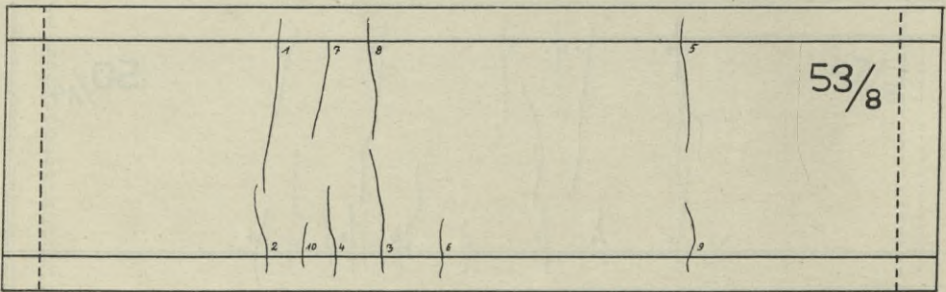


Abb. 73.

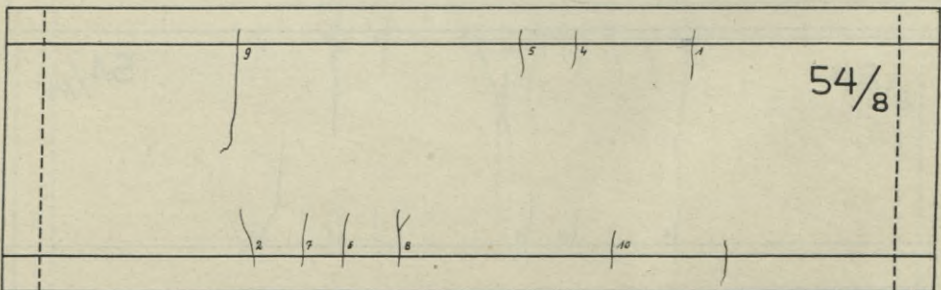


Abb. 74.

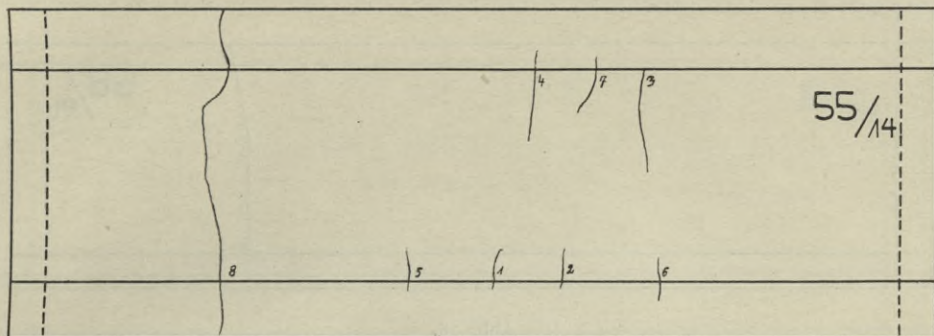


Abb. 75.

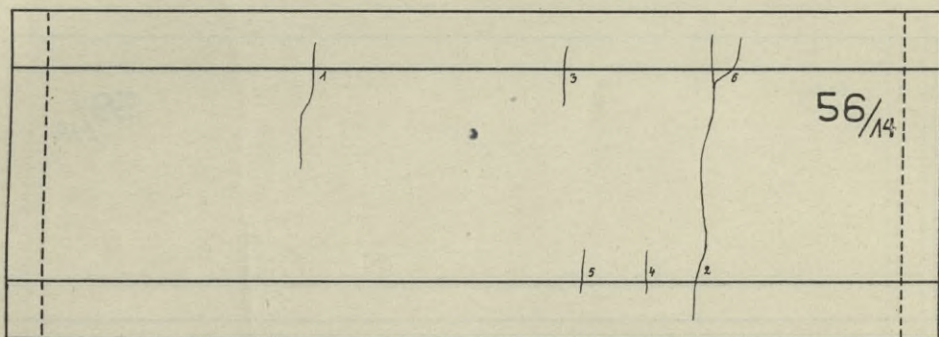


Abb. 76.

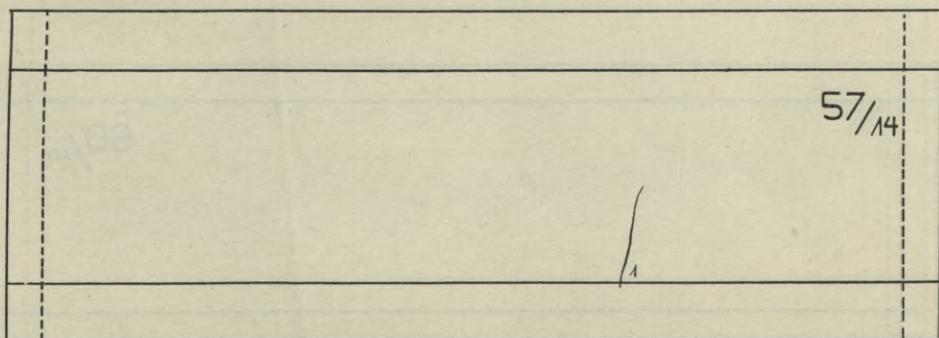


Abb. 77.

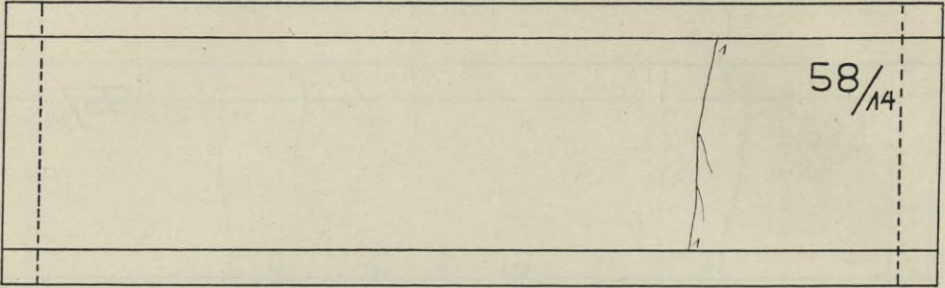


Abb. 78.

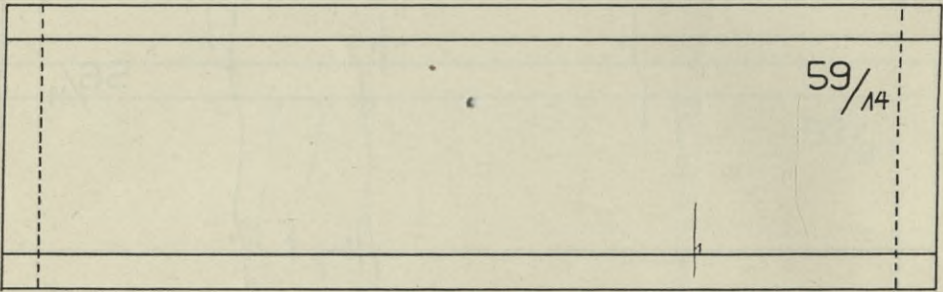


Abb. 79.

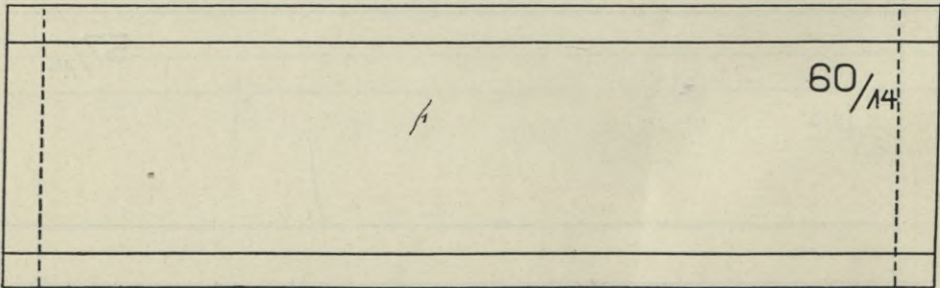
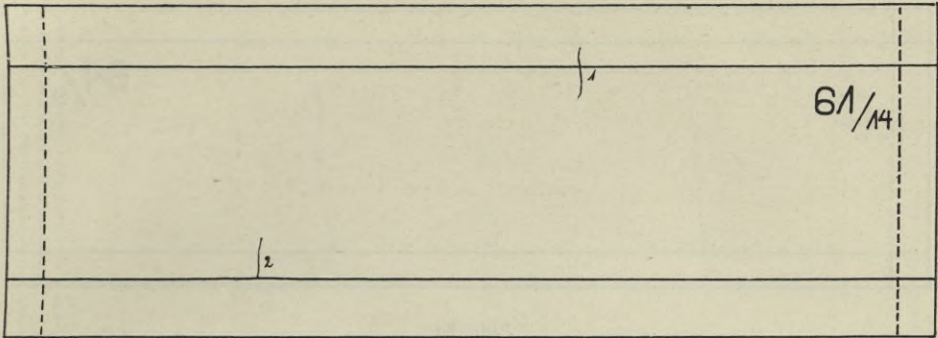
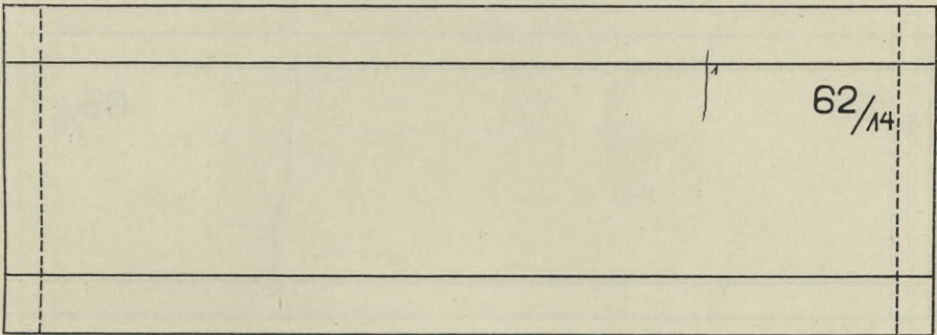


Abb. 80.



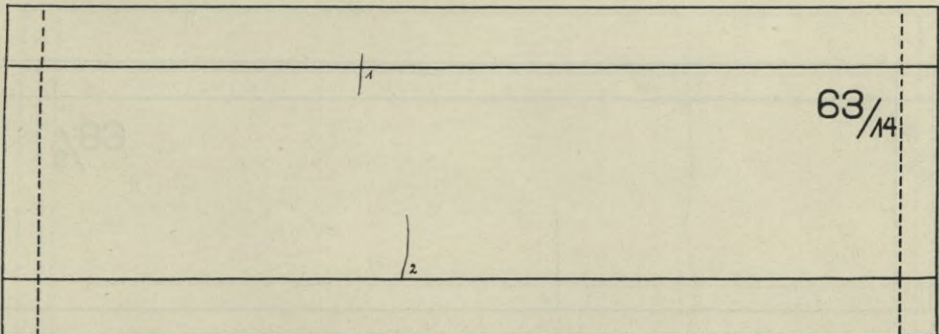
61/14

Abb. 81.



62/14

Abb. 82.



63/14

Abb. 83.

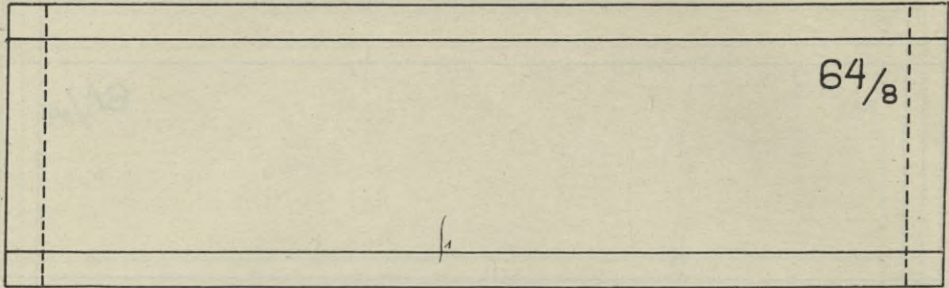


Abb. 84.

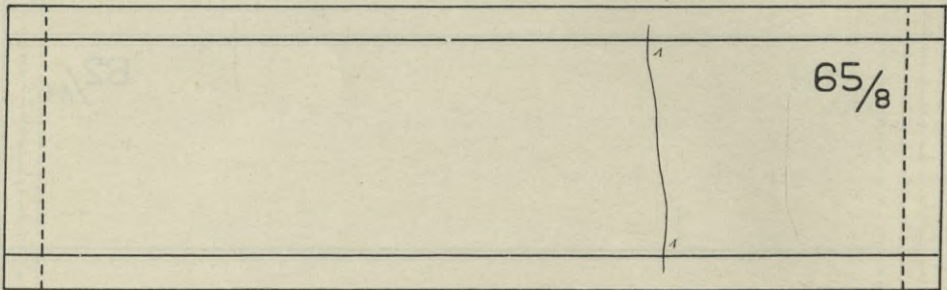


Abb. 85.

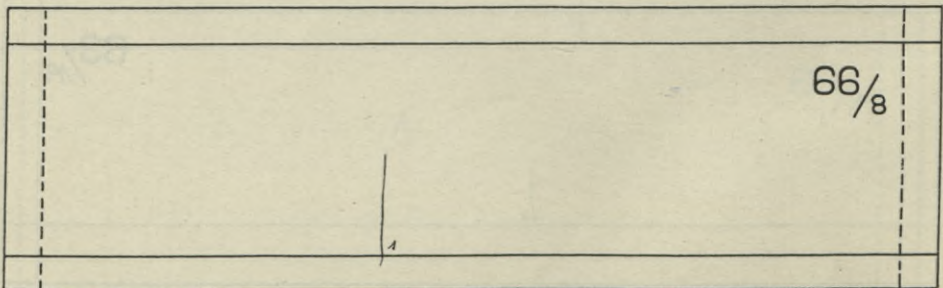


Abb. 86.

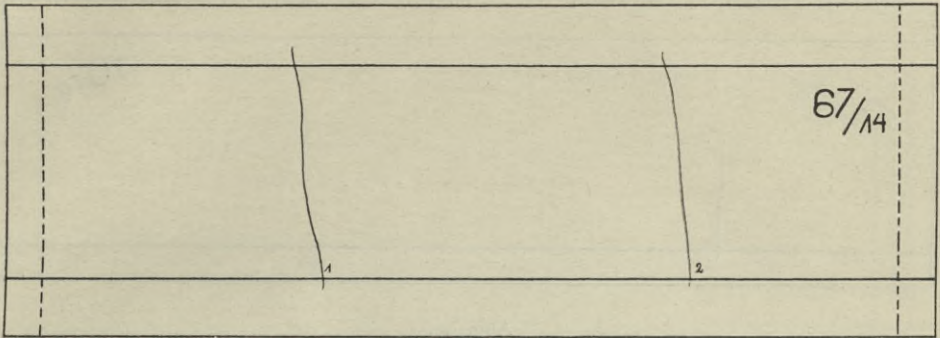


Abb. 87.

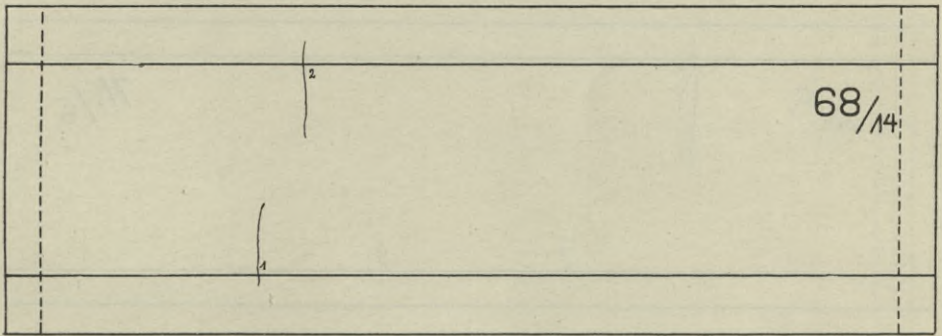


Abb. 88.

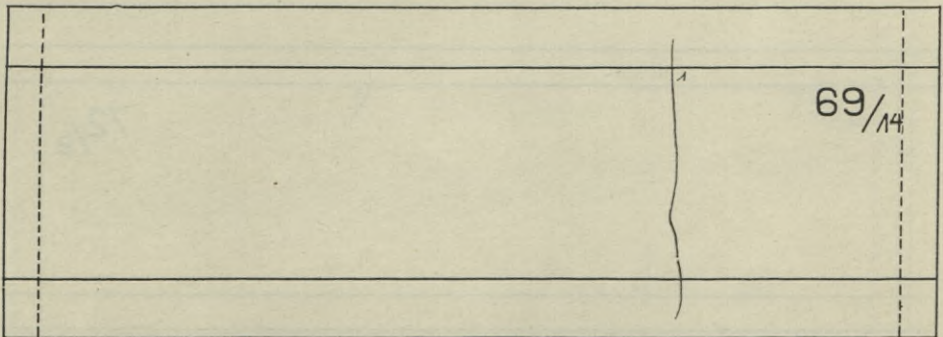


Abb. 89.

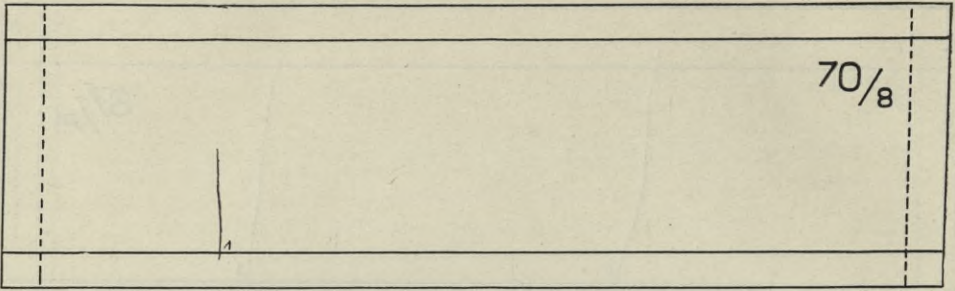


Abb. 90.

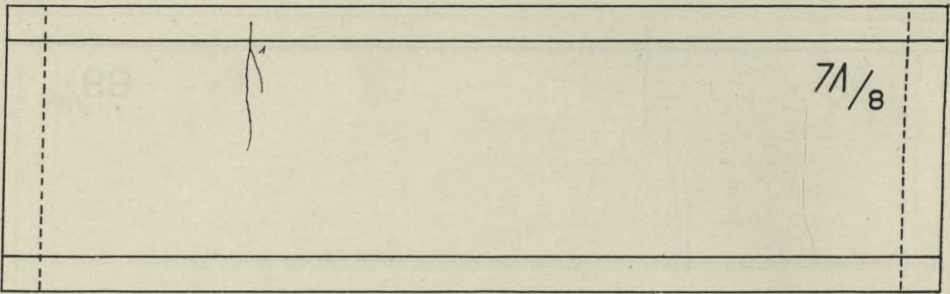


Abb. 91.

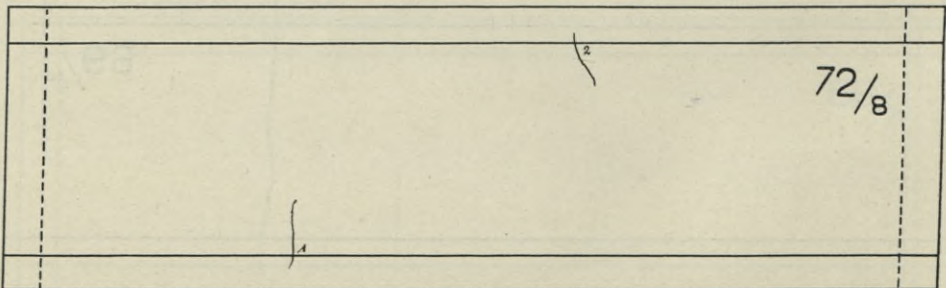


Abb. 92.

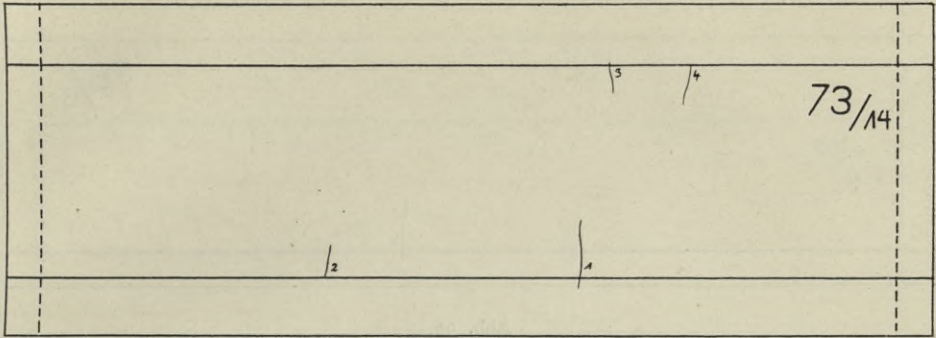


Abb. 93.

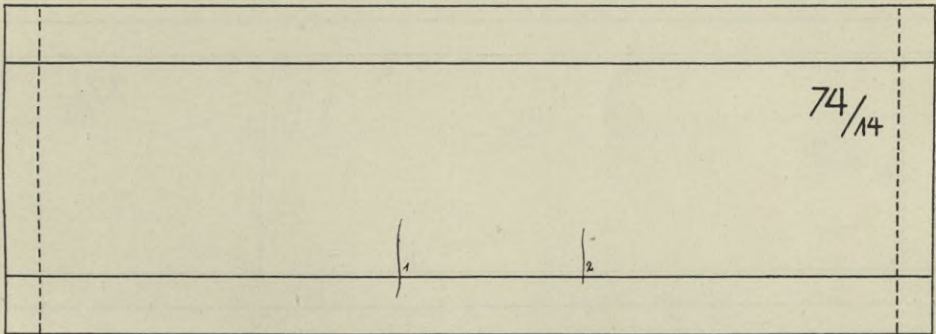


Abb. 94.

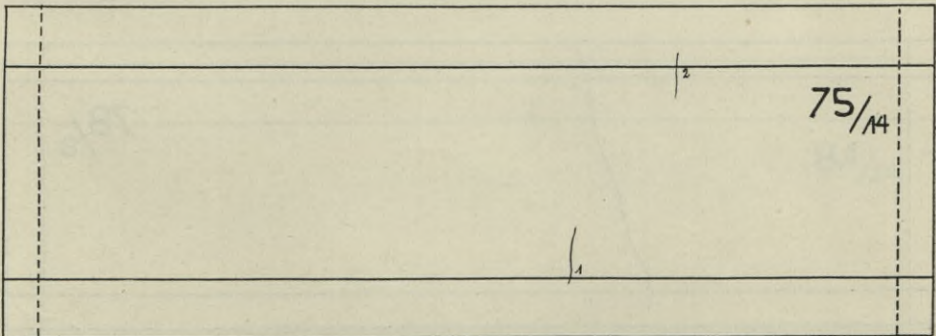


Abb. 95.

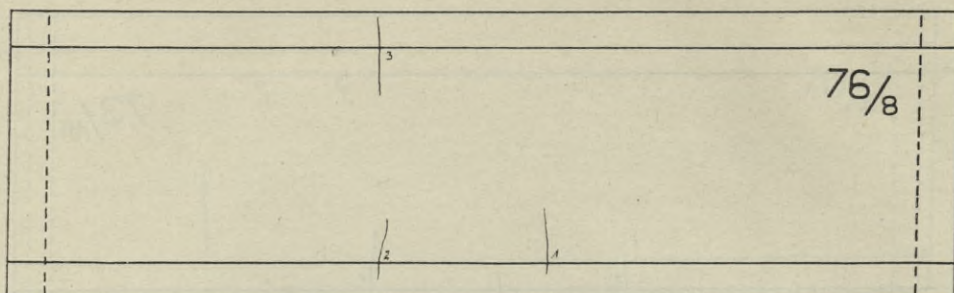


Abb. 96.

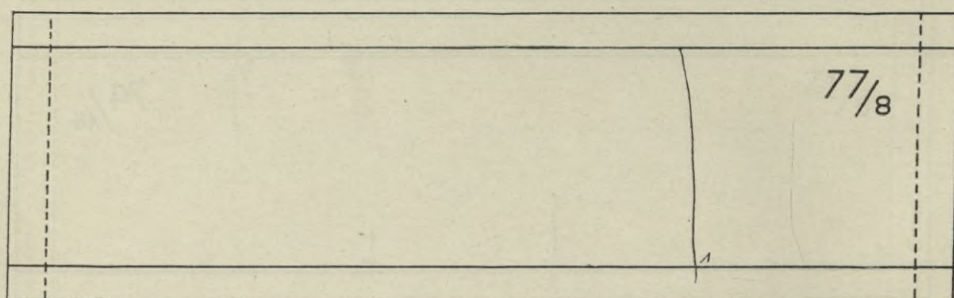


Abb. 97.

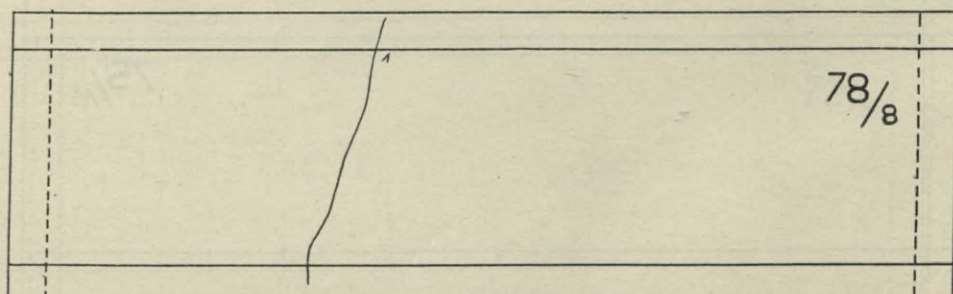


Abb. 98.

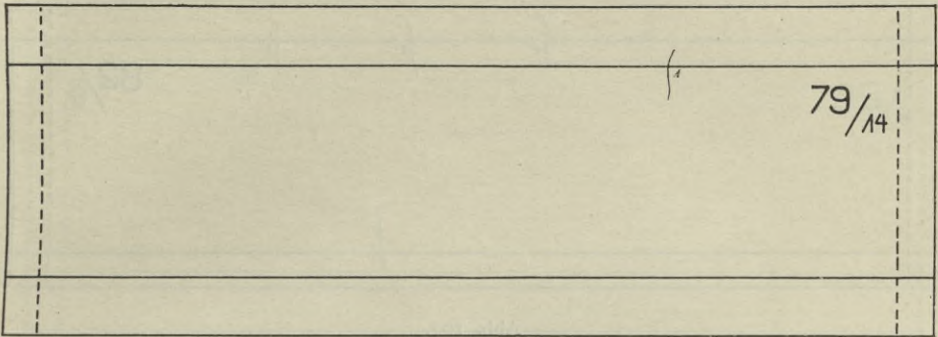


Abb. 99.

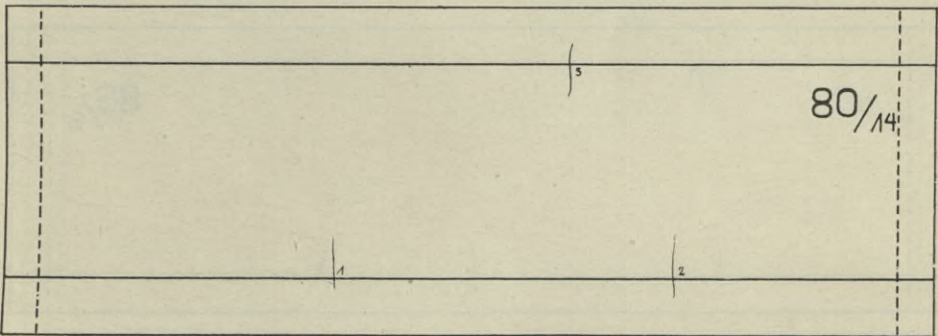


Abb. 100.

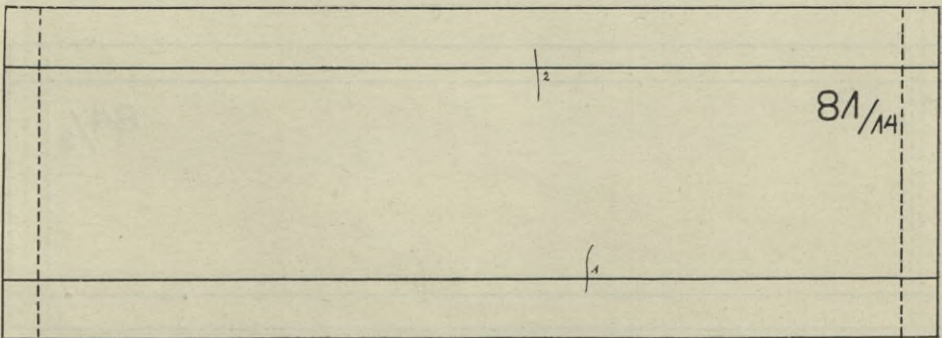


Abb. 101.

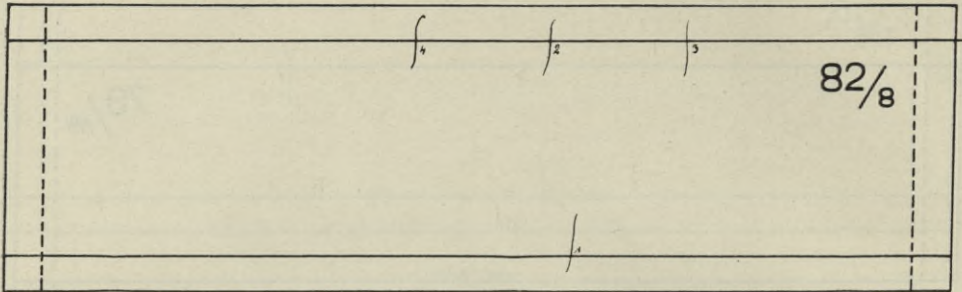


Abb. 102.

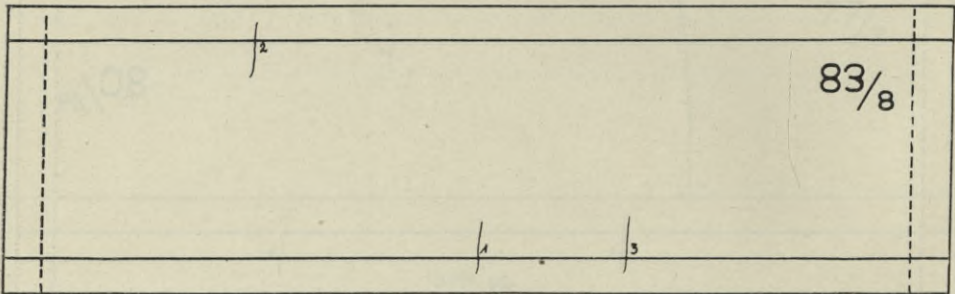


Abb. 103.

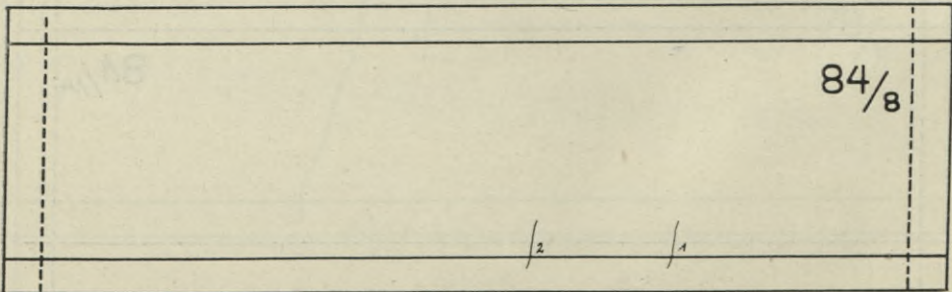


Abb. 104.

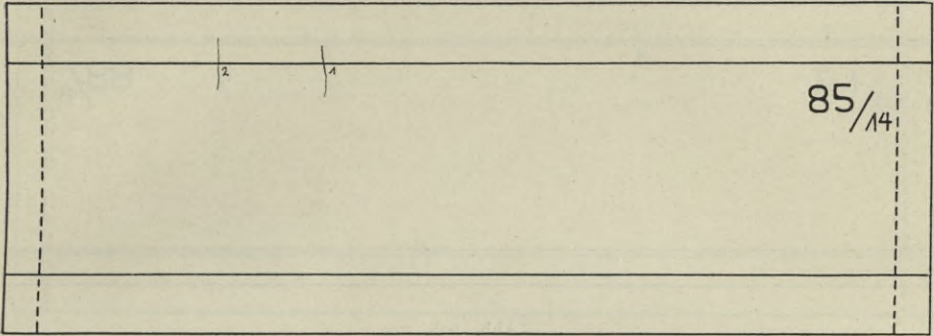


Abb. 105.

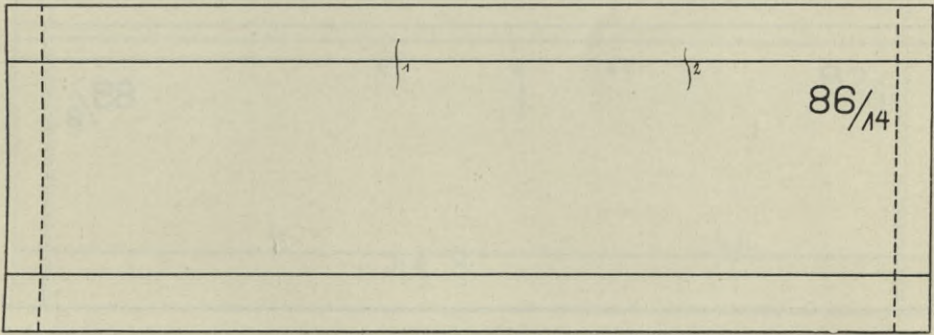


Abb. 106.

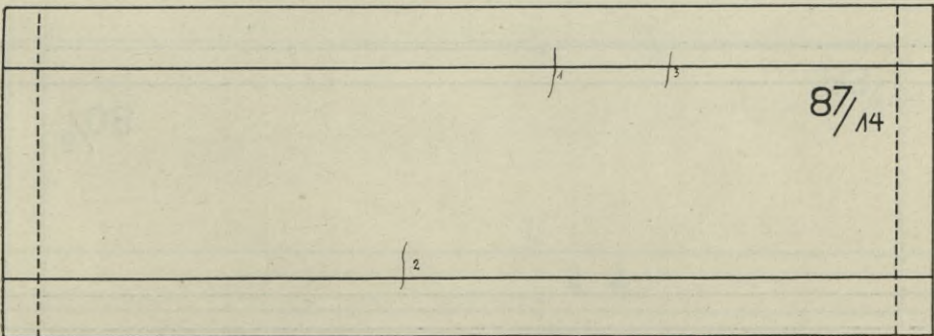


Abb. 107.

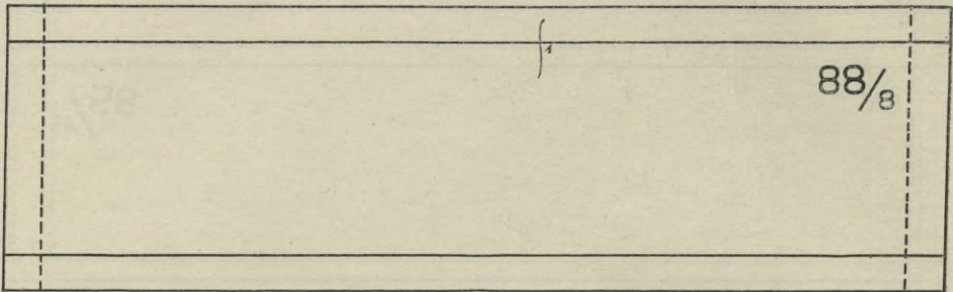


Abb. 108.

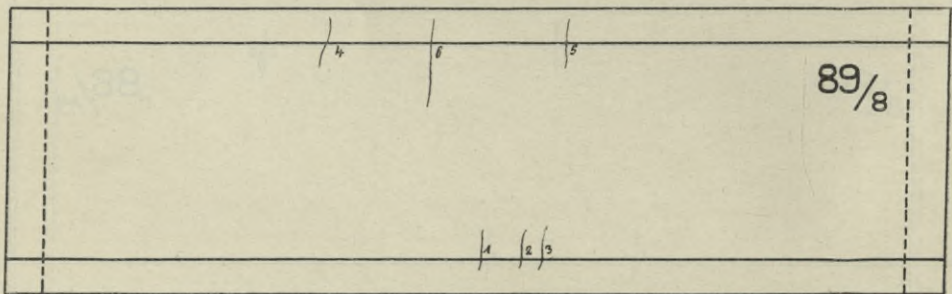


Abb. 109.

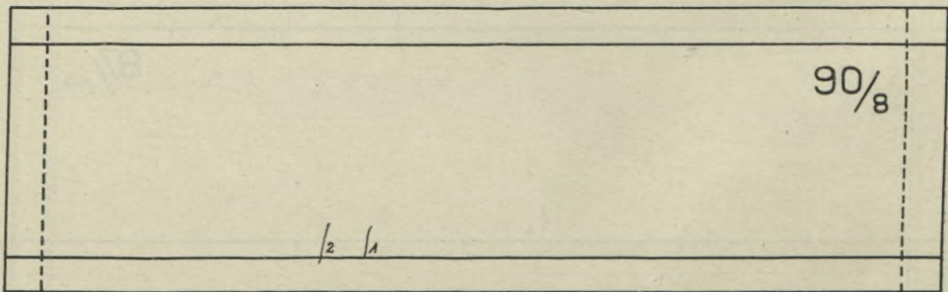


Abb. 110.

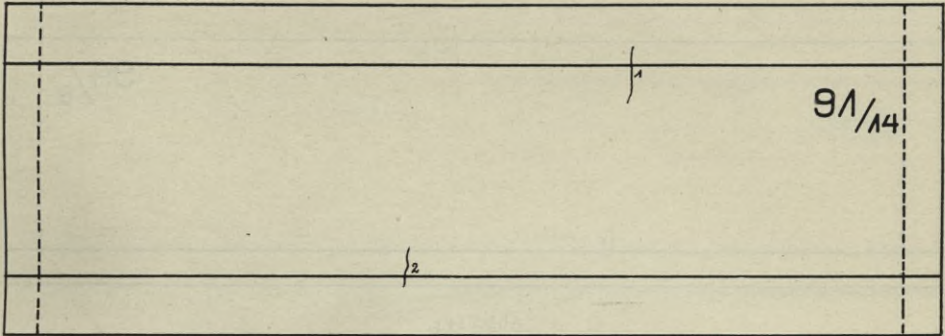


Abb. 111.

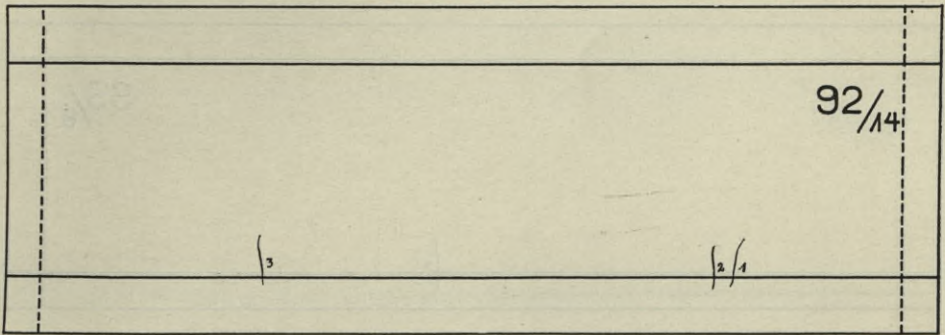


Abb. 112.

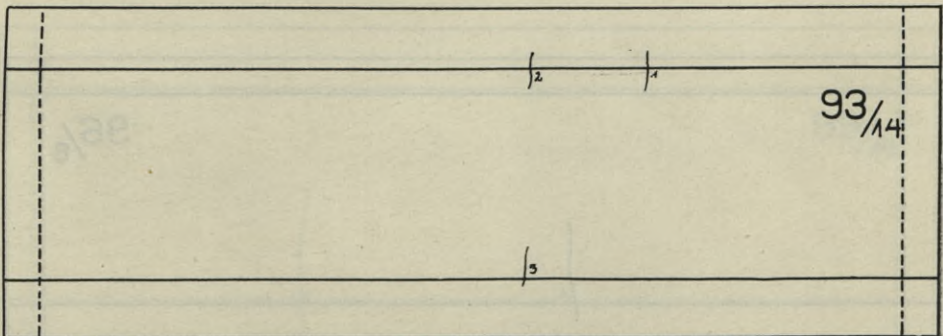


Abb. 113.

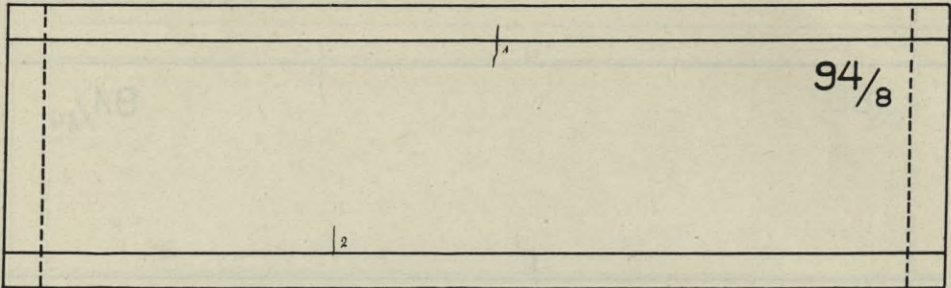


Abb. 114.

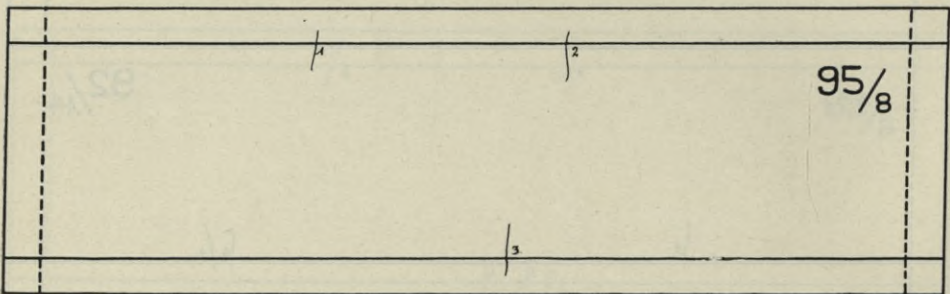


Abb. 115.

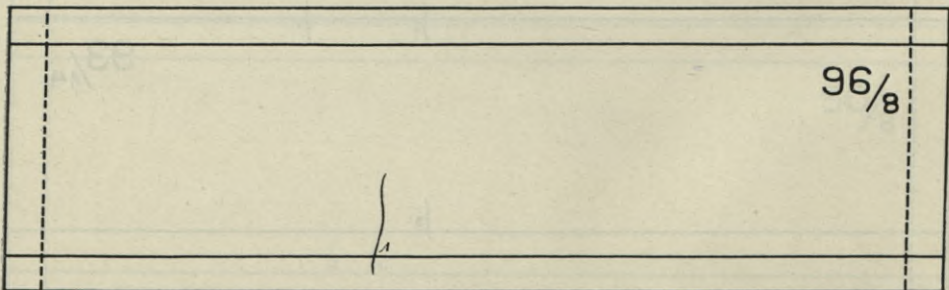


Abb. 116.

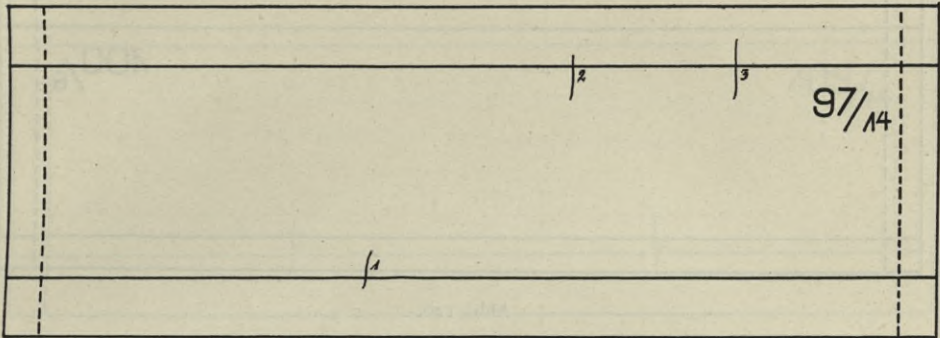


Abb. 117.

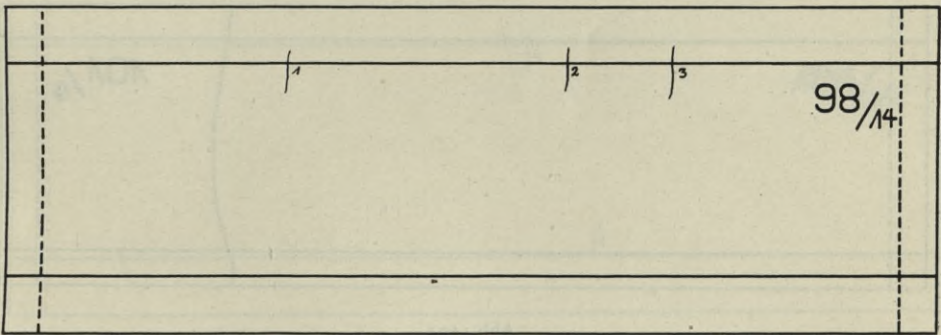


Abb. 118.

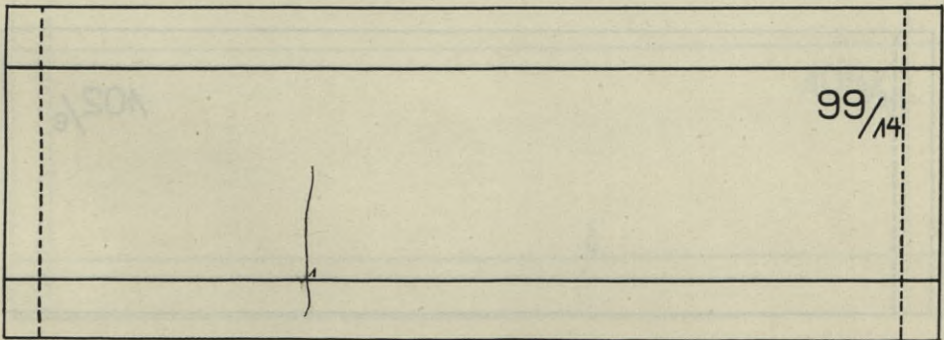


Abb. 119.

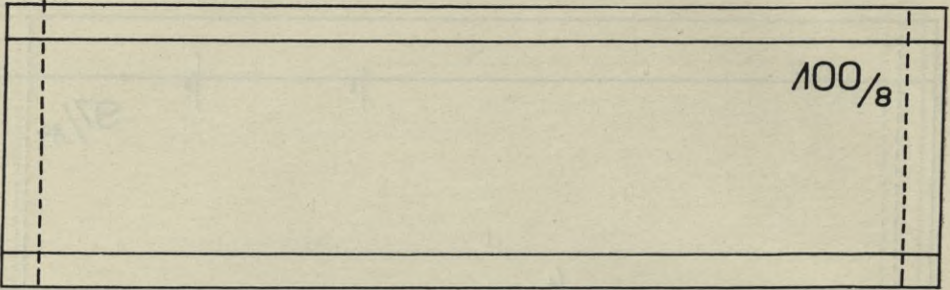


Abb. 120.

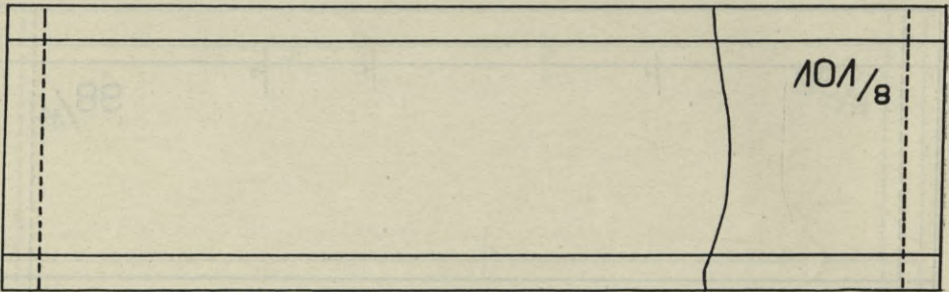


Abb. 121.

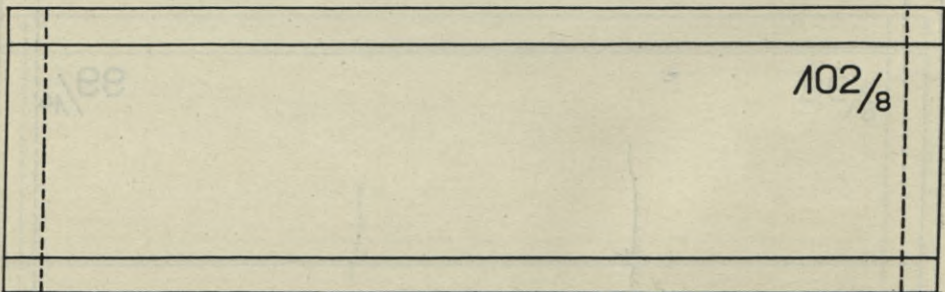


Abb. 122.

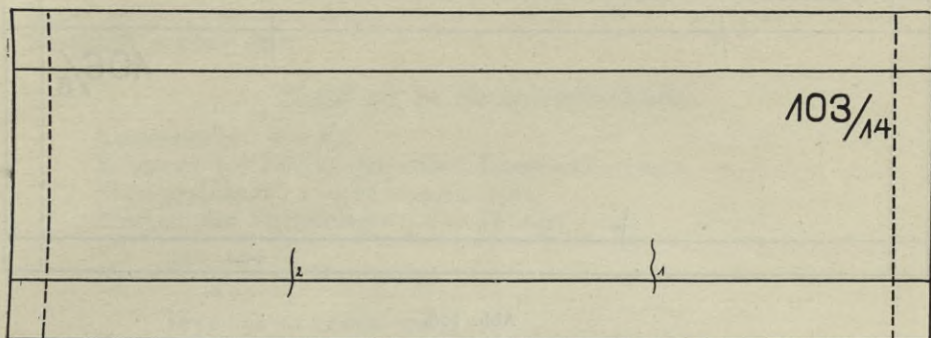


Abb. 123.

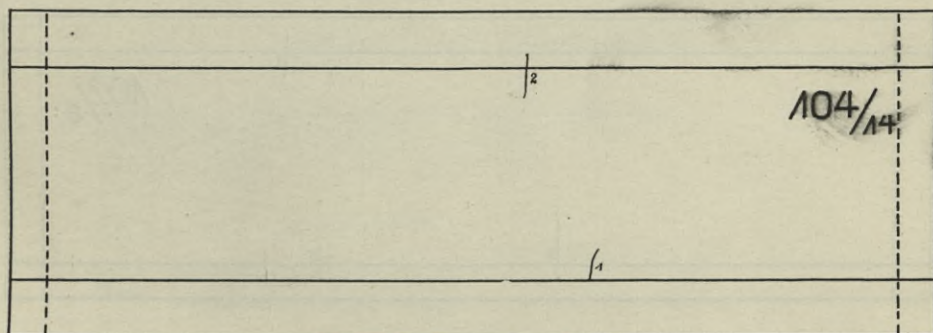


Abb. 124.

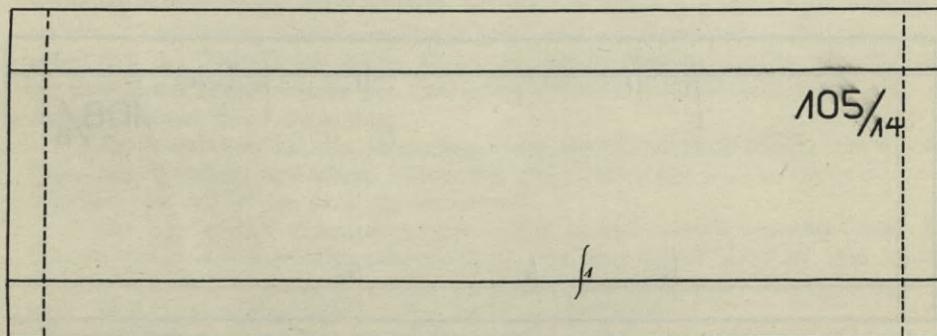


Abb. 125.

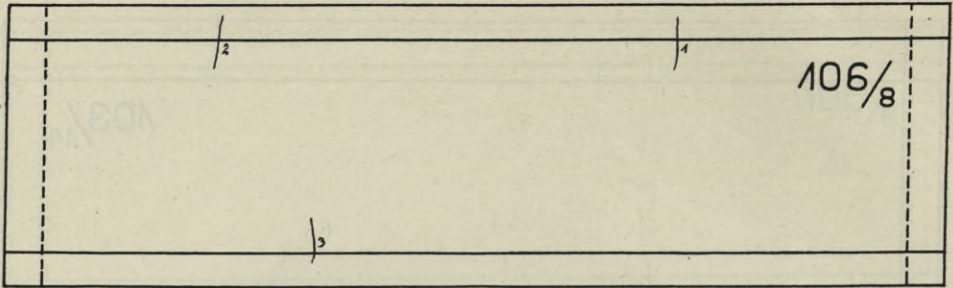


Abb. 126.

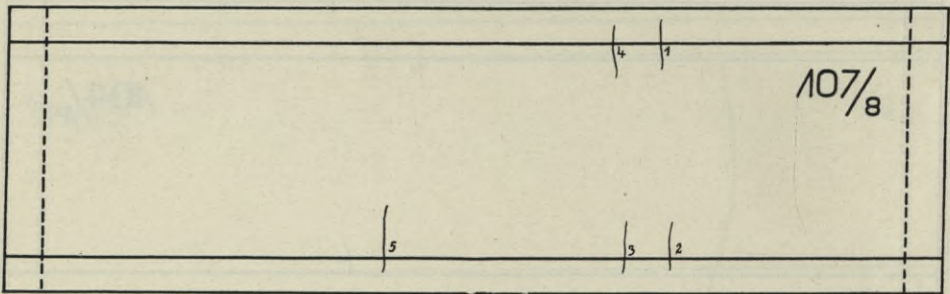


Abb. 127.

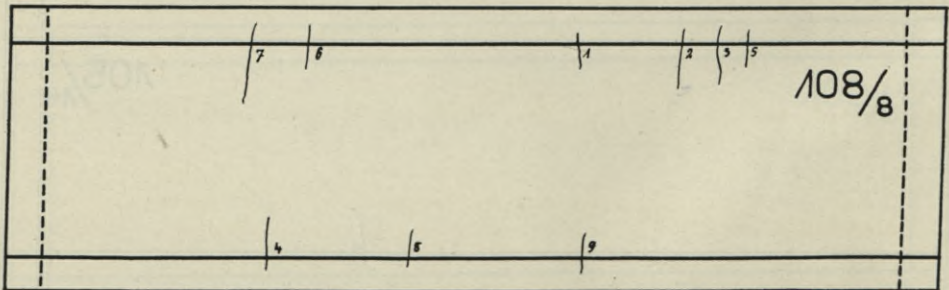


Abb. 128.

Die bei Entstehung des ersten Risses in den Eiseneinlagen herrschenden Spannungen wurden unter Benutzung des üblichen Rechnungsverfahrens nach den ministeriellen Vorschriften vom 24. Mai 1907 durch folgende Berechnung ermittelt. Dabei wurden diejenigen Werte zugrunde gelegt, die an den Platten 15 und 16 festgestellt worden sind.

Platte mit 14 cm Querschnittshöhe.

Eigengewicht: 330 kg,
 Belastung bei Eintritt des ersten Risses: 2100 kg,
 Eisenquerschnitt: $4 \cdot 0,78 = 3,14$ qcm,
 Abstand der Eiseneinlagen: $a = 25$ mm,

$$M_g = \frac{330 \cdot 200}{8} = 8250 \text{ cmkg},$$

$$M_p = \frac{1050 \cdot 50}{\text{zusammen: } 60750} \text{ cmkg},$$

$$x = \frac{15 \cdot 3,14}{50} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{100 \cdot 11,5}{15 \cdot 3,14}} - 1 \right) = 3,81 \text{ cm},$$

$$\sigma_e = \frac{60750}{3,14 \cdot 10,23} = 1899 \text{ kg/qcm}.$$

Platte mit 8 cm Querschnittshöhe.

Eigengewicht: 170 kg,
 Belastung bei Eintritt des ersten Risses: 900 kg,
 Abstand der Eiseneinlage: $a = 12$ mm,
 Eisenquerschnitt: $4 \cdot 0,503 = 2,01$ qcm,

$$M_g = \frac{170 \cdot 200}{8} = 4250 \text{ cmkg},$$

$$M_p = \frac{450 \cdot 50}{\text{zusammen: } 26750} \text{ cmkg},$$

$$x = \frac{15 \cdot 2,01}{50} \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{100 \cdot 6,8}{15 \cdot 2,01}} - 1 \right) = 2,31 \text{ cm},$$

$$\sigma_e = \frac{26750}{2,01 \cdot 6,03} = 2207 \text{ kg/qcm}.$$

Diese für den Zeitpunkt des Auftretens der ersten Risse berechneten Eisen-
 spannungen erscheinen mit Rücksicht auf die bei späteren gleichartigen Versuchen
 erzielten Ergebnisse verhältnismäßig hoch, und es liegt daher die Vermutung
 nahe, daß der Eintritt des ersten Risses zu spät festgestellt worden ist. Da aber
 der Zweck der Biegeversuche die Erzeugung deutlich sichtbarer Risse war, ist
 dieser Umstand ohne Bedeutung.

Als Mittelwerte für die Höchstbelastung der Kiesbetonplatten 1 bis 6, die
 Eisen mit Walzhaut enthielten, wurde bei den Platten mit 14 cm Dicke 2770 kg
 und bei den mit 8 cm 1100 kg festgestellt.

Die zugehörigen Eisenspannungen ergaben sich rechnermäßig unter Zu-
 grundelegung derselben Betonüberdeckung wie bei den Platten 15 und 16 zu
 2413 kg/qcm und 2790 kg/qcm. Die Fließgrenze des Eisens, die über 3500 kg/qcm
 und 3800 kg/qcm lag, wurde daher nicht überschritten.

Da bei den Platten der anderen Betonmischungen niedrigere Belastungen
 zur Erzeugung des ersten Risses genügten und auch der Abschluß der Versuche
 bei niedrigerer Belastung erfolgte, darf angenommen werden, daß auch bei diesen
 Platten die Fließgrenze des Eisens nicht erreicht wurde. Voraussetzung für diese

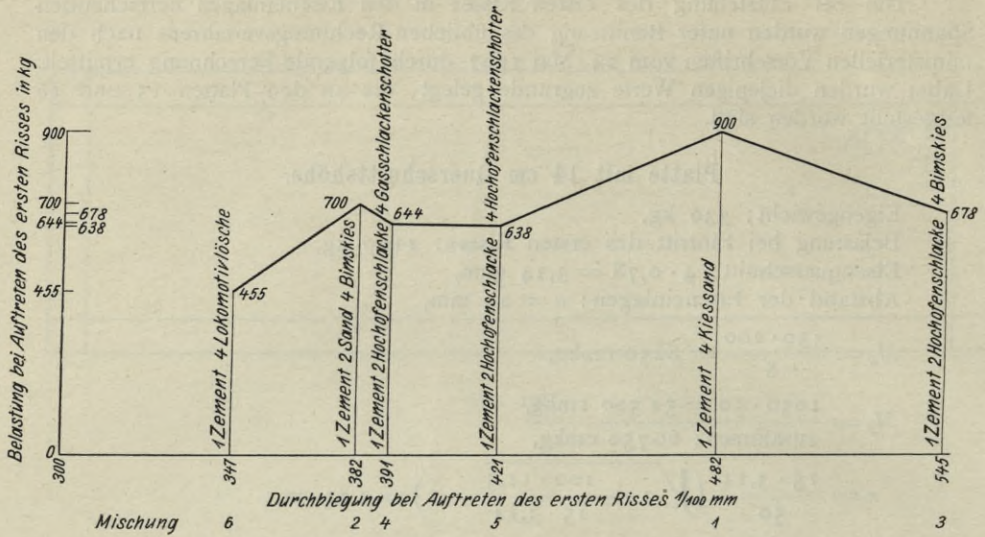


Abb. 129. Abhängigkeit der Rißbelastung von der Betonmischung bei den Platten von 8 cm Stärke.

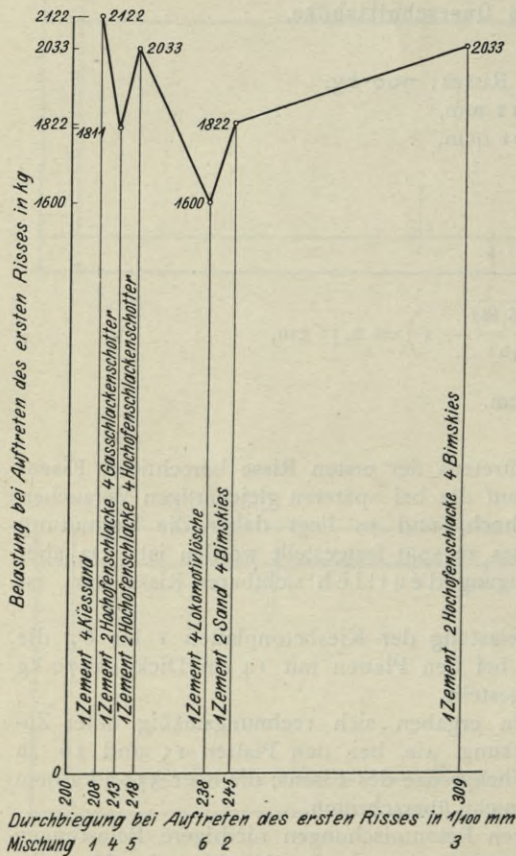


Abb. 130. Abhängigkeit der Rißbelastung von der Betonmischung bei den Platten von 14 cm Stärke.

Annahme ist allerdings, daß bei diesen Betonmischungen das Verhältnis der Zugelastizität zur Druckelastizität das Gleiche ist wie bei Kiesbeton.

Unter diesen Annahmen zeigen die Schaubilder Nr. 129 und 130 für die Probepplatten von 8 cm und 14 cm Stärke die Abhängigkeit der Belastung von der Betonmischung im Augenblick der Feststellung des ersten Risses. Aus demselben ist die Ueberlegenheit der Mischung 1 (1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Kiessand) über sämtliche anderen Mischungen ersichtlich.

Es ist auch versucht worden, eine Abhängigkeit der Belastung und der Durchbiegung bei Feststellung des ersten Risses von der Beschaffenheit der Eiseneinlagen bei den einzelnen Betonmischungen aufzufinden.

Dies ist aber nicht gelungen und auf Grund der Ergebnisse der Versuche (s. Abschnitt VIII) darf angenommen werden, daß die Beschaffenheit der Eiseneinlagen, solange es sich nicht um stärkeren Rostansatz (Blätterrost) handelt, keinen wesentlichen Einfluß auf die Tragfähigkeit von Eisenbetonplatten ausübt.

B. Druckversuche mit den Betonprobewürfeln.

Die Prüfung der Druckprobewürfel von 20 cm Kantenlänge erfolgte im Alter von 28 und 170 Tagen in einer Amslerschen Materialprüfungsmaschine, wobei der Druck senkrecht zur Einstampfrichtung wirkte.

Die Einzelergebnisse der Versuche sind in der Zahlentafel Nr. 19, Seite 99 zusammengestellt. Einen Ueberblick über die Ergebnisse gibt die nachstehende Zahlentafel Nr. 1, welche neben der Druckfestigkeit der verschiedenen Betonmischungen auch das Raumgewicht der Würfel im Alter von 48 Stunden enthält, ferner Verhältniszahlen, welche die Festigkeit der einzelnen Betonmischungen in Prozenten derjenigen der Mischung 1 darstellen und schließlich die verhältnismäßige Zunahme der Druckfestigkeit durch die fortschreitende Erhärtung in der Zeit von 28 bis 170 Tagen.

Zahlentafel Nr. 1.

Druckfestigkeit der verschiedenen Betonarten.

Betonmischung Nr.	Zusammensetzung des Betons	Würfel- druck- festigkeit nach 28 Tagen kg/qcm	Verhältnis- zahl	Würfel- druck- festigkeit nach 170 Tagen kg/qcm	Verhältnis- mäßige Zunahme	Raum- gewicht der Würfel 48 Stunden nach der Herstellung t/cbm
1	1 Zement 4 Kiessand	167	1,00	243	1,46	2,24
2	1 Zement 2 Sand 4 Bimskies	112	0,67	126	1,13	1,70
3	1 Zement 2 granul. Hochofen-Schlacke 4 Bimskies	93	0,56	121	1,30	1,61
4	1 Zement 2 granul. Hochofen-Schlacke 4 Gas-Schlackenschotter	92	0,55	122	1,33	1,90
5	1 Zement 2 granul. Hochofen-Schlacke 4 Hochofen-Schlackenschotter	145	0,87	221	1,52	2,30
6	1 Zement 4 Lokomotivlösche	109	0,65	138	1,27	1,56

Bemerkenswert ist dabei, daß die Mischung 5 (1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granulierten Hochofen-Schlacke, 4 Raumteile Hochofen-Schlackenschotter) bei etwas höherem Raumgewicht eine verhältnismäßig nur wenig geringere Druckfestigkeit als die Mischung 1 (1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Kiessand) zeigt, dabei aber eine raschere Festigkeitszunahme erfahren hat. Es legt dies die Vermutung nahe, daß der Beton dieser Mischung dichter ist.

Bei den beiden anderen Mischungen, die ebenfalls Hochofen-Schlacke enthalten (3 und 4) scheinen die weniger festen Zuschlagstoffe (Gas-Schlackenschotter und Bimskies) ungünstig gewirkt zu haben. Die Druckfestigkeit der beiden Betonarten ergab sich trotz verschiedener Raumgewichte als annähernd gleich, wird aber von der der Mischung 5 sehr erheblich übertroffen.

C. Dauerversuche.

1. Befund der Platten bei den Untersuchungen während der Versuchsdauer.

Die plangemäß nach Abschnitt 6 des Arbeitsplanes (s. Seite 4) vorgenommenen Untersuchungen lieferten folgendes Ergebnis.

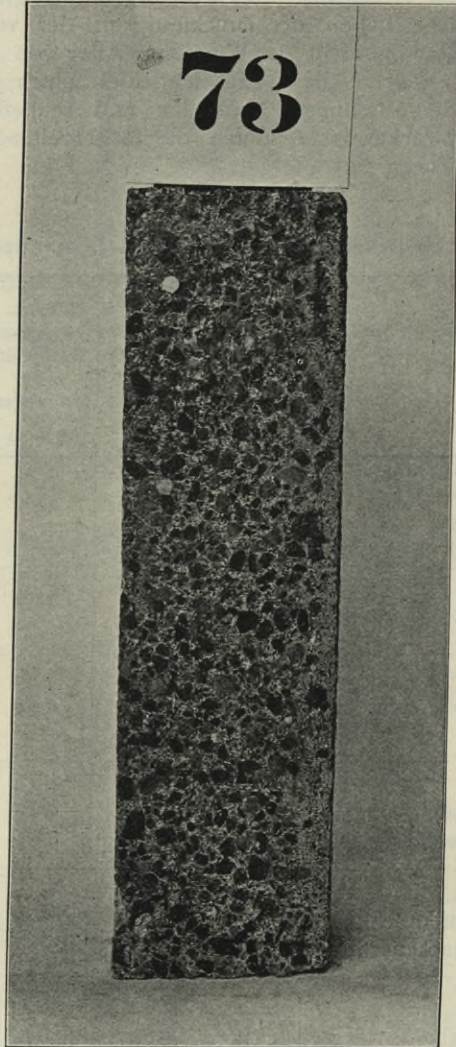


Abb. 131. Querschnittsschliff einer Platte der Betonmischung 5 (1 Zement, 2 gr. Hochofenschlacke, 4 Hochofenschlackenschotter).

a) Außere Beschaffenheit der Platten.

α) Ausblühungen.

An den Unterseiten sämtlicher Platten waren mehr oder weniger ausgedehnte, jedoch nur sehr dünn-schichtige Ausblühungen entstanden, die teils fest, teils lose am Beton hafteten.

Die chemische Untersuchung ergab, daß die festen Ausblühungen in der Hauptsache aus kohlen-saurem Kalk, die losen aus schwefel-saurem Kalk bestanden.

Die Ausblühungen der zweiten Art traten besonders stark bei den Platten aus der Betonmischung 4 (1 Raumteil Zement, 2 Raumteile Hochofen-Schlacke, 4 Raumteile Gas-Schlackenschotter) auf. Bei den Platten, welche den Witterungseinflüssen ausgesetzt waren, sowie bei den periodisch be- und entlasteten und hierbei zeitweise in Wasser eingelagerten Platten zeigte sich der Umfang der Ausblühungen verhältnismäßig größer als bei den geschützt gelagerten und bei den nicht der Einwirkung des Wassers ausgesetzten Platten.

β) Rostflecken.

Während bei den Platten aus Kiesbeton Rostflecken nicht festgestellt wurden, traten bei sämtlichen Platten aus Schlackenbeton und teilweise auch bei den Platten aus Bimsbeton, jedoch in geringerem Umfange, an der Unterseite und auch an den Seitenflächen Rostflecken auf, die im Laufe der Zeit an Ausdehnung zunahm. Ihre Verteilung war regellos und offenbar außer Zusammenhang mit

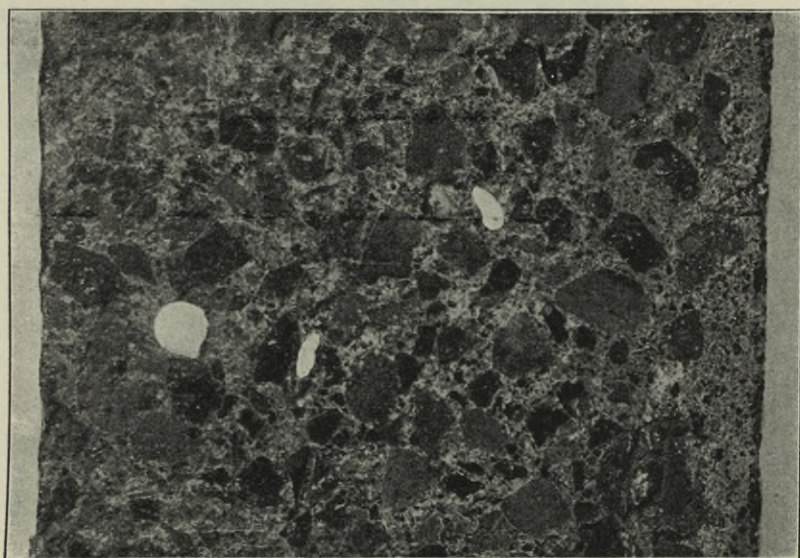


Abb. 132. Teilaufnahme des Querschnittsschliffes der Platte 73.
(Die beiden unregelmäßigen hellen Flecke sind Roheisenkörner.)

den Rißstellen und mit der Lage der Eiseneinlagen. Es darf daher angenommen werden, daß sie nicht durch Rost der Eiseneinlagen, sondern durch Oxydation der Zuschlagstoffe (Schlacke) verursacht wurden, die, wie an hergestellten Querschnittsschliffen ersichtlich (s. Abb. 131 bis 133), zahlreiche eingesprengte Roh-eisenkörner enthielten.

γ) Erweiterung und Neubildung von Rissen.

Bei den jedesmaligen Untersuchungen der Platten wurde die Ausdehnung der Risse ermittelt und sodann zeichnerisch und teilweise auch photographisch festgelegt. Ferner wurden die Risse auf den Platten selbst mit Oelfarbestrichen markiert, so daß die Neubildung von Rissen und das Fortschreiten bereits vorhandener einwandfrei verfolgt werden konnte.

Es ergab sich, daß solche Aenderungen sich sowohl bei ruhender Belastung als auch bei wechselnder Be- und Entlastung vollzogen. Die bereits vorhandenen Risse erweiterten sich, Teilrisse setzten sich über die ganze Plattenbreite fort, und neue Risse entstanden in großer Zahl. Eine Abhängigkeit dieser Erscheinungen

von der Art des Betons war jedoch nicht feststellbar, doch war der ungünstige Einfluß wechselnder Belastung zu erkennen, wenn auch nicht besonders scharf ausgeprägt.

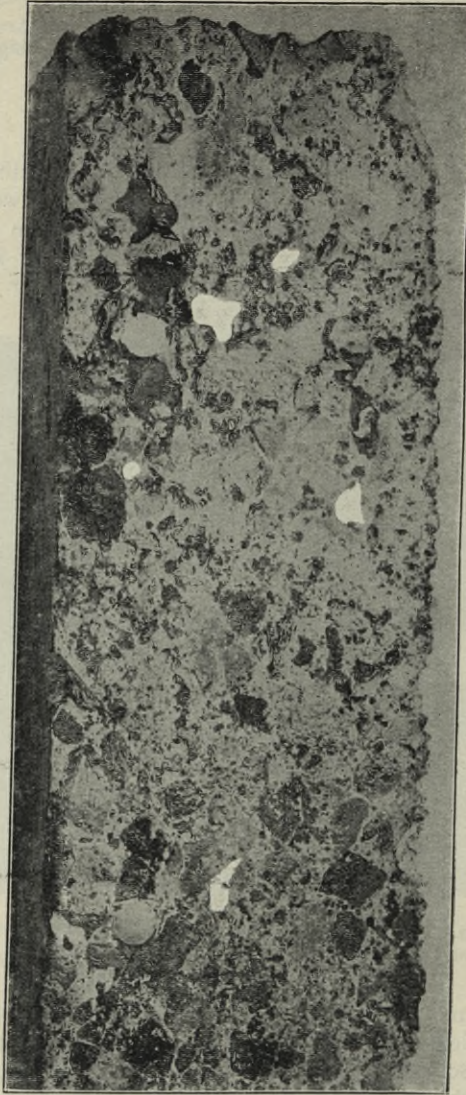


Abb. 133. Teilaufnahme des Querschnittsschliffes der Platte 77.
(Die unregelmäßigen hellen Flecke sind Roheisenkörner.)

b) Durchbiegung der Platten.

α) Zunahme der Durchbiegung durch die Dauerbelastung.

Durch die fortlaufende Messung der Durchbiegung der Platten wurde eine mit der Belastungsdauer steigende geringe Zunahme der Durchbiegung festgestellt und zwar waren die Durchbiegungen bei den den Einflüssen der Witterung ausgesetzten Platten verhältnismäßig größer als bei den geschützt gelagerten.

Eine ziffernmäßige Feststellung dieser Einflüsse konnte indessen nicht erfolgen, weil eine Bewertung der einzelnen Faktoren unüberwindlichen Schwierigkeiten begegnete.

β) Veränderung der Durchbiegung infolge der periodischen Be- und Entlastung.

Die Messung der Durchbiegung der Platten im belasteten und unbelasteten Zustande ergab auch hier, daß die bleibende Durchbiegung mit der Versuchsdauer größer wurde. Eine Veränderung der elastischen Durchbiegung war dagegen nicht festzustellen.

Die Vergrößerung der Durchbiegung steht ganz im Einklange mit der unter α, Absatz γ) angegebenen Beobachtung der Erweiterung der Risse. Die beiden Erscheinungen sind unmittelbar voneinander abhängig.

2. Befund der Platten und insbesondere der Eiseneinlagen nach einer Versuchsdauer von $2\frac{3}{4}$ Jahren.

Da nach einer Versuchsdauer von $2\frac{3}{4}$ Jahren festgestellt werden sollte, ob die Versuche abzubrechen oder noch weiter fortzusetzen sei, wurden sämtliche Platten einer eingehenden Besichtigung unterzogen. Außerdem wurden zur Untersuchung des Zustandes der Eiseneinlagen von den Platten der Betonmischung 1 (1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Kiessand) diejenigen aus der Dauerversuchsanlage entfernt, in welche die Eiseneinlagen rostfrei, jedoch mit der Walzhaut überzogen, eingebettet worden waren.

Es sind dies die Platten Nr. 3, 2, 1 und 5, 4, 6 der Betonmischung 1 in der nachstehenden Zahlentafel Nr. 2.

Zahlentafel Nr. 2.

Verteilung der Platten nach den 3 Lagerungsarten (vgl. S. 18).

Betonmischung		Plattendicke 14 cm			Plattendicke 8 cm		
Nr.	Zusammensetzung	Lagerungsart			Lagerungsart		
		I	II	III	I	II	III
1	1 Zement	3	2	1	5	4	6
	4 Kiessand	8	9	7	11	12	10
		13	14	15	17	18	16
2	1 Zement	19	20	21	23	24	22
	2 Sand	26	27	25	28	29	30
	4 Bimskies	31	32	33	35	34	36
3	1 Zement	39	38	37	41	40	42
	2 granuliert. Hochofen-Schlacke	45	44	43	46	47	48
	4 Bimskies	51	49	50	53	52	54
4	1 Zement	55	56	57	60	59	58
	2 granuliert. Hochofen-Schlacke	62	61	63	64	66	65
	4 Gas-Schlacke	69	68	67	70	72	71
5	1 Zement	75	74	73	78	76	77
	2 granuliert. Hochofen-Schlacke	79	80	81	82	83	84
	4 Hochofen-Schlackenschotter	87	86	85	90	89	88
6	1 Zement	92	91	93	95	96	94
	4 Lokomotivlösch	98	99	97	101	102	100
		103	105	104	106	107	108

Die Untersuchung der Platten auf ihre äußere Beschaffenheit lieferte die bereits unter Abschnitt C 1, Absatz a auf Seite 58 mitgeteilten Ergebnisse. Die Abb. 134 bis 139 zeigen die Unterseiten der Platten nach Beendigung der Dauerversuche.

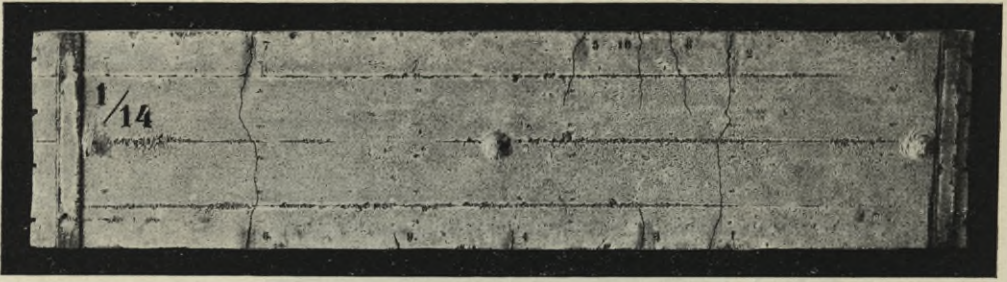


Abb. 134.

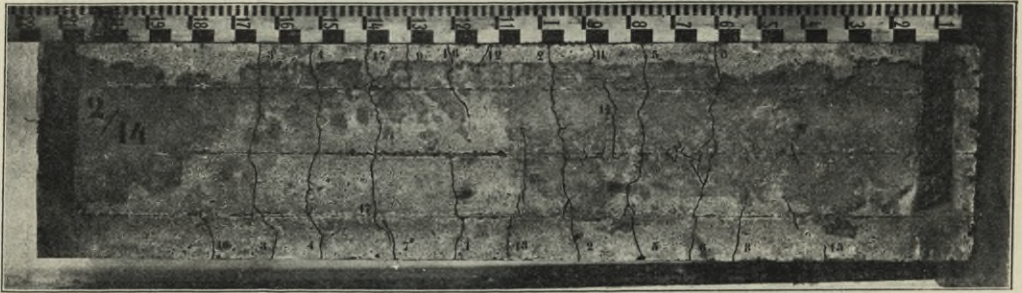


Abb. 135.

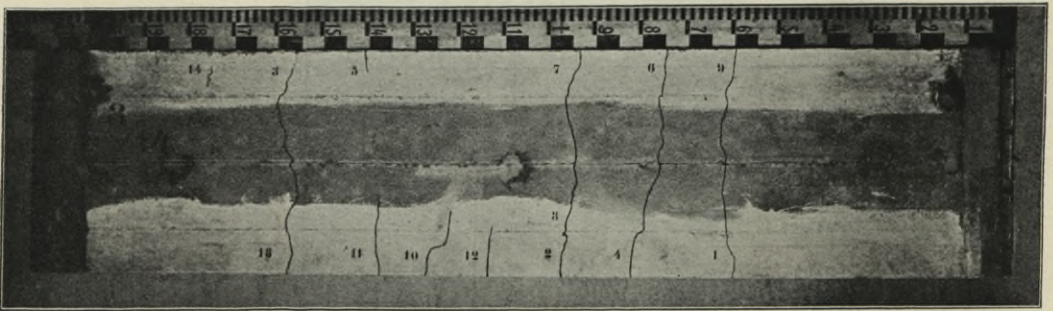


Abb. 136.



Abb. 137.

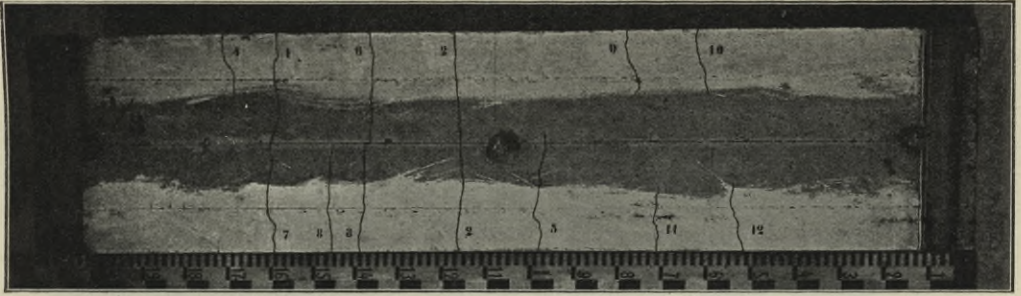


Abb. 138.

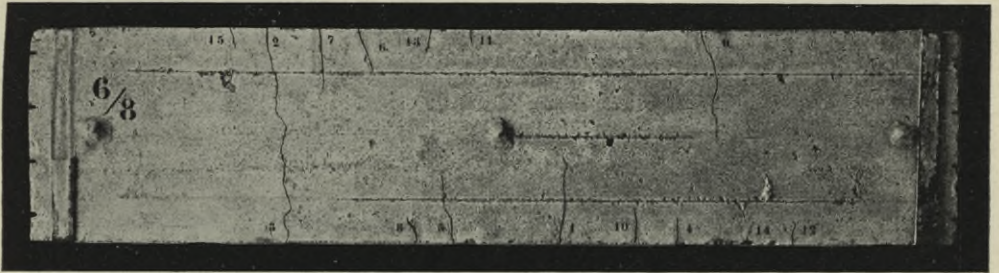


Abb. 139.

Zur Feststellung ihres Zustandes wurden die Eiseneinlagen vorsichtig unter Vermeidung jeder Beschädigung der Eisenoberfläche durch Ausstemmen des Betons freigelegt.

Die Besichtigung ergab folgendes:

- a) Lagerungsart I. (Platten im Freien geschützt gelagert.) Die Eisenstäbe zeigten nur an den 8 cm langen, nicht vom Beton umhüllten Enden (vergl. Seite 3) starken Rostansatz. Sonst waren weder an den vom Beton völlig bedeckten Stellen noch an den Rißstellen Rostspuren zu entdecken. Die Stäbe zeigten somit innerhalb ihrer Einbettungslänge ein unverändertes Aussehen.

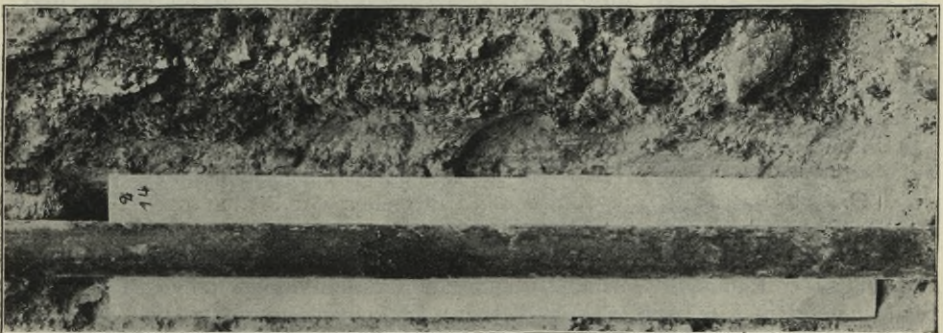


Abb. 140. Freigelegtes Eisen bei Riß 6 der Platte 2.

Das mit Walzhaut eingebettete mit einem weißen Papierstreifen hinterlegte Eisen weist Rostansatz der Stärke 2 auf.

- b) Lagerungsart II. (Platten im Freien ungeschützt gelagert.) Die freiliegenden Enden der Eisenstäbe zeigten wie bei den unter a) genannten Platten starken Rostansatz. Innerhalb der Einbettungslänge waren da-

gegen nur an den Rißstellen Rostspuren (Roststärke 1, s. Seite 4) bemerkbar, die sich beiderseits der Rißstelle etwa 5 mm weit fortsetzten. Die der Unterseite der Platte zugekehrte Oberfläche der Eisenstäbe war dabei etwas stärker und auf größere Ausdehnung verrostet als die Gegenseite (s. Abb. 140).

- c) Lagerungsart III. (Platten, die 360 000 Belastungswechsel erfahren hatten und einer zeitweisen Beanspruchung durch Wasser ausgesetzt worden waren.) Die Rostansätze waren auch hier wie bei den Eiseneinlagen zu b) auf die Rißstellen beschränkt und erstreckten sich nur etwa 5 mm weit nach beiden Seiten der Rißstellen (s. Abb. 141), doch besaß der Rost größere Stärke, nämlich im Mittel die Stärke 2 (s. Seite 4), teilweise sogar die Stärke 4. Diese größte Roststärke wurde an den Rissen größerer Ausdehnung festgestellt.

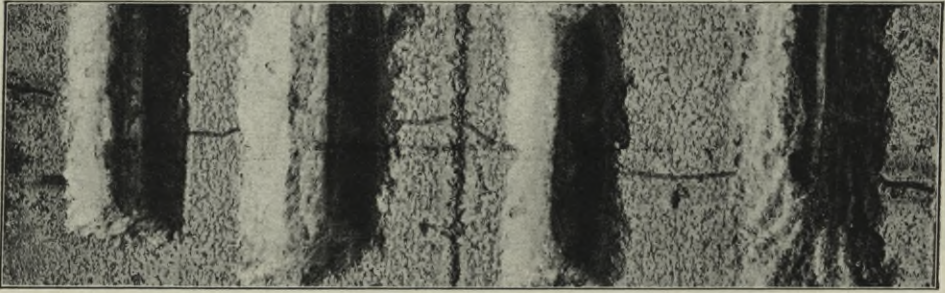


Abb. 141. Freigelegte Stellen der Eisen der Platte 1 in der Richtung des Risses 2. An den beiden äußeren Eisen sind die Rostansätze zu erkennen.

Nach $2\frac{3}{4}$ Jahren Versuchsdauer war somit die Rostbildung verhältnismäßig nur geringfügig. Um das Verhalten bei stärkerer Beanspruchung der Platten zu untersuchen, wurde sodann auf Vorschlag des Geh. Baurates Labes (vergl. Seite 2) beschlossen, die Versuche mit den noch zur Verfügung stehenden Platten unter Anwendung einer Belastung fortzusetzen, welche in den Eiseneinlagen 1000 kg/qcm Spannung erzeugte (vergl. auch Seite 15).

Mit diesen Belastungen wurden die Versuche etwa 1 Jahr weiter fortgesetzt.

3. Befund der Platten und insbesondere der Eiseneinlagen nach einer Versuchsdauer von $3\frac{3}{4}$ Jahren.

Die Dauerversuchsanlagen wurden am 24. April 1912 durch eine vom Arbeitsausschuß des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton eingesetzte Kommission besichtigt und die in der Zusammenstellung Zahlentafel Nr. 3 angegebene Reihe von Platten teils in Gegenwart der Kommission, teils in Abwesenheit derselben auf ihre Beschaffenheit und auf den Zustand der Eiseneinlagen untersucht.

Die Abb. 142 bis 151 zeigen die Unterseiten der Platten nach Beendigung der Dauerversuche.

Die Eiseneinlage der geschützt im Freien gelagerten Platte Nr. 17 der Betonmischung 1 (1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Kiessand) zeigte an der freigelegten Stelle unter Riß 1 (s. Abb. 142) auch jetzt noch keinen Rostansatz. Die Stärke des Rostansatzes der anderen Platten ist in der Zusammenstellung Zahlentafel Nr. 3, durch die Gradzahl (s. Seite 4) bewertet, angegeben. Zur besseren Veranschaulichung sind in den Abb. 152 bis 158 einzelne mit Rostansatz behaftete Stellen der Eiseneinlagen dargestellt.

Die Roststellen zeigten sich an den Betonrissen, und zwar wie bei den vorangegangenen Prüfungen (vergl. oben) in stärkerem Maße an der der Unterseite der Platten zugekehrten Oberfläche der Eisenstäbe.

Eisenstäbe von 10 mm Durchmesser
rostig, aber frei von Blätterrost eingebettet.



0: Zustand des Eisens vor dem Einbetten in die Betonkörper.

1—5: Grad der Rostbildung nach Beendigung der Dauerversuche.

(Bei dieser Tafel ist zu beachten, daß die Eisen bereits rostig, aber frei von Blätterrost eingebettet wurden, so daß der Grad 1—5 der Rostbildung ihre Zunahme gegenüber der des Zustandes 0 bezeichnet, z. B. Grad 2 neuer Rostanflug, Grad 4 neuer starker Rostansatz.)

Zahlentafel Nr. 3.

Platten Nr.	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Dicke der Platte cm	Betonmischung	Ursprüng- licher Zustand der Eiseneinlagen	Grad der Roststärke (s. Seite 4)	Durchschnitt- liche Ausdehnung des Rostes beider- seits d. Ribstelle	Bemerkungen
17	142	I	8	Nr. 1 1 Rtl. Zement 4 Rtle. Kiessand	blank	0	— 1)	Das Eisen wurde nur an einer ein- zigen Ribstelle freigelegt
39 53	143 144	I	14 8	Nr. 3 1 Rtl. Zement 2 Rtle. granulierten Hochofen-Schlacke 4 Rtle. Bims Kies	mit Walzhaut blank	— 1) — 1)	— 1) — 1)	
18	145	II	8	Nr. 1 1 Rtl. Zement 4 Rtle. Kiessand	blank	2	5	s. Abb. 152 s. Abb. 153
38 52	146 147	II	14 8	Nr. 3 1 Rtl. Zement 2 Rtle. granulierten Hochofen-Schlacke 4 Rtle. Bims Kies	mit Walzhaut blank	4 4	15 bis zum nächsten Rib	
15 16	148 149	III	14 8	Nr. 1 1 Rtl. Zement 4 Rtle. Kiessand	blank	5 4	30 4	s. Abb. 154 s. Abb. 155 u. 156
37 54	150 151	III	14 8	Nr. 3 1 Rtl. Zement 2 Rtle. granulierten Hochofen-Schlacke 4 Rtle. Bims Kies	mit Walzhaut blank	4 5	35 bis zum nächsten Rib	s. Abb. 157 s. Abb. 158

1) Da die Kommission auf die Untersuchung dieser Platten verzichtete, wurden die Eiseneinlagen derselben nicht freigelegt und die Platten wieder in die Dauerversuchsanlage eingebaut.

Besonders bemerkenswert war bei der Platte Nr. 16 der Betonmischung 1, die in der Lagerungsart III im geschlossenen Raume der periodischen Be- und Entlastung und zeitweiliger Wasserbehandlung ausgesetzt gewesen war, der Rib 5, der nicht über die ganze Platte verlief, sondern nur das erste der 4 eingebetteten Rundeisen kreuzte und dann endigte (Abb. 149).

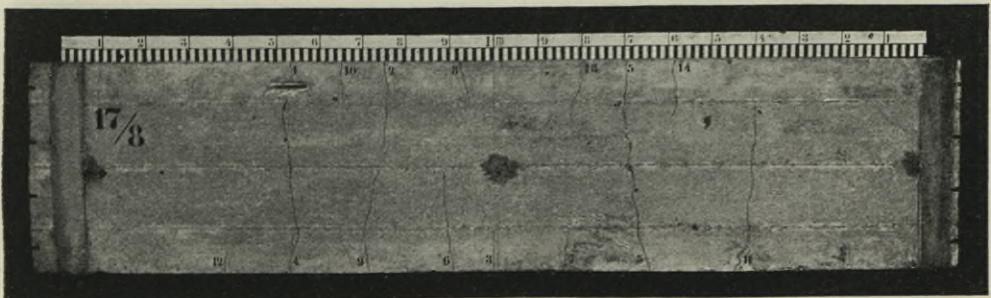


Abb. 142.

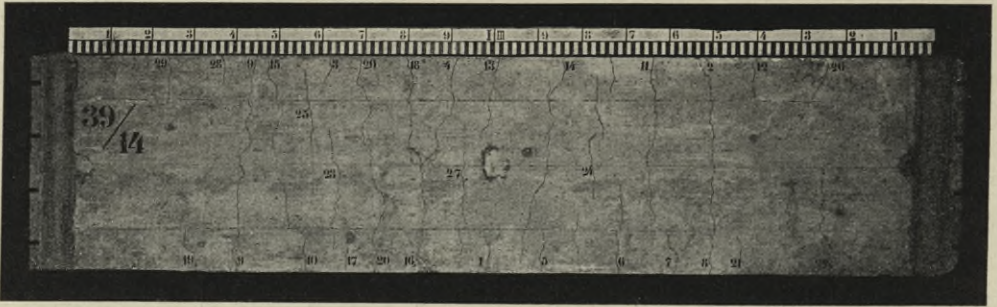


Abb. 143.

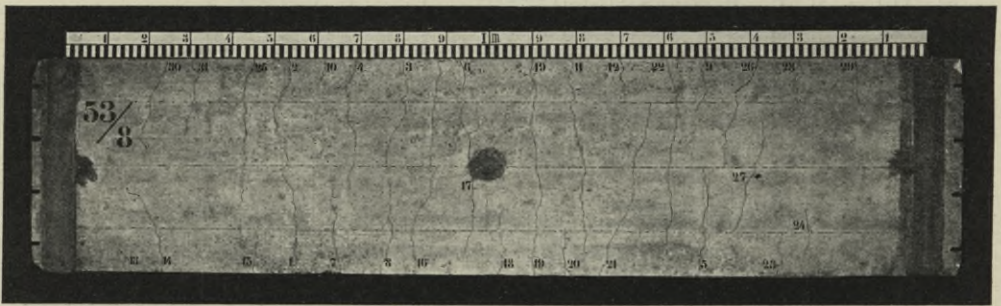


Abb. 144.

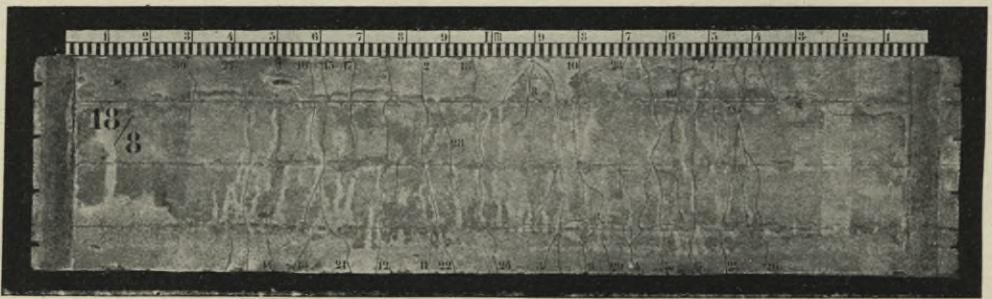


Abb. 145.

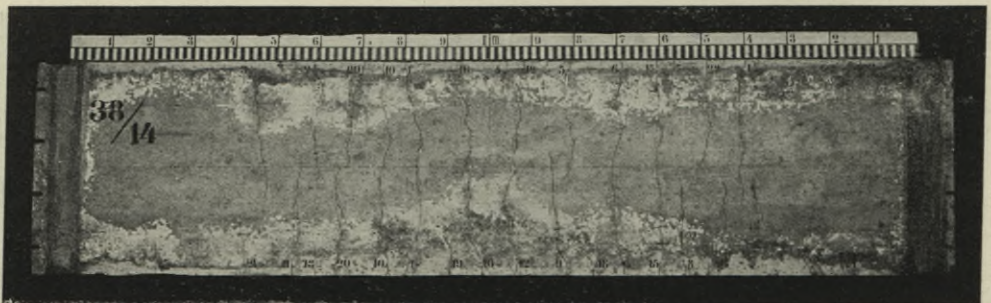


Abb. 146.

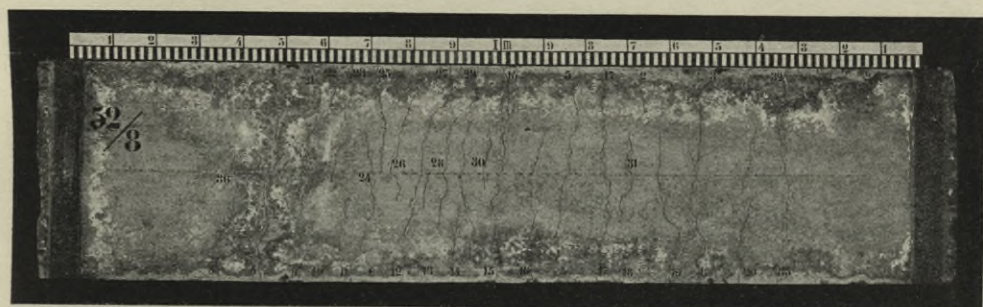


Abb. 147.

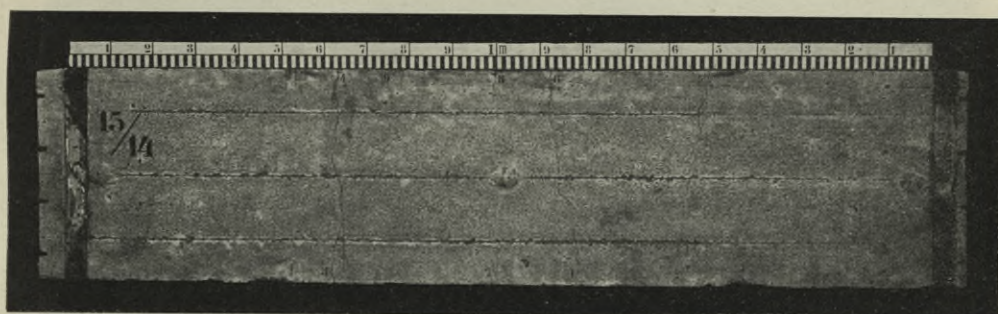


Abb. 148.

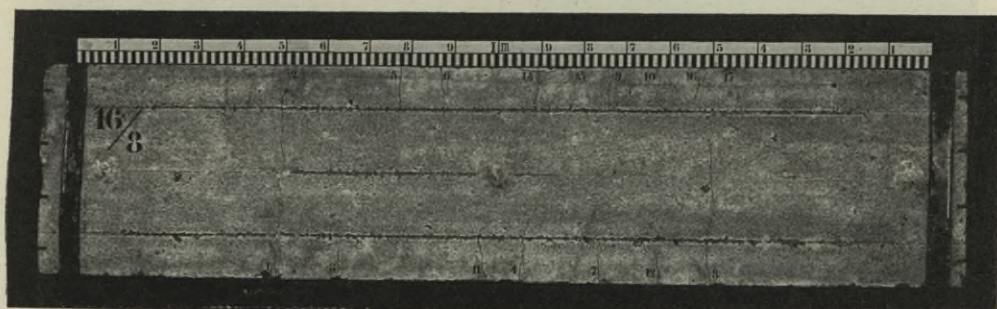


Abb. 149.

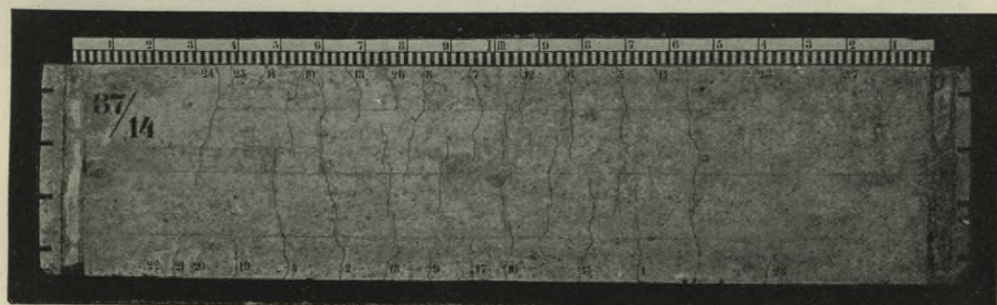


Abb. 150.

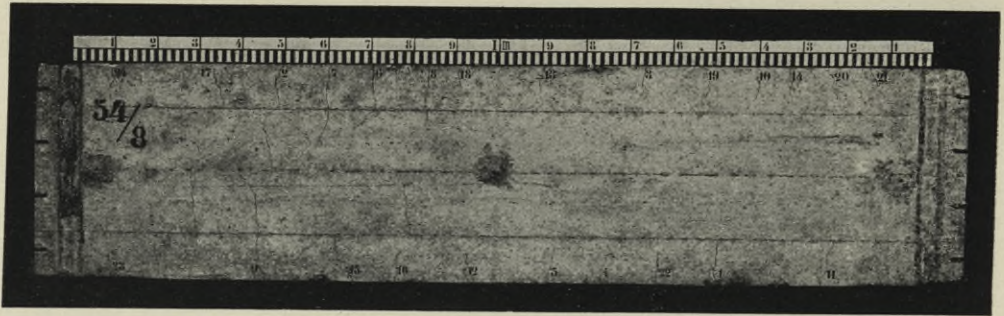


Abb. 151.

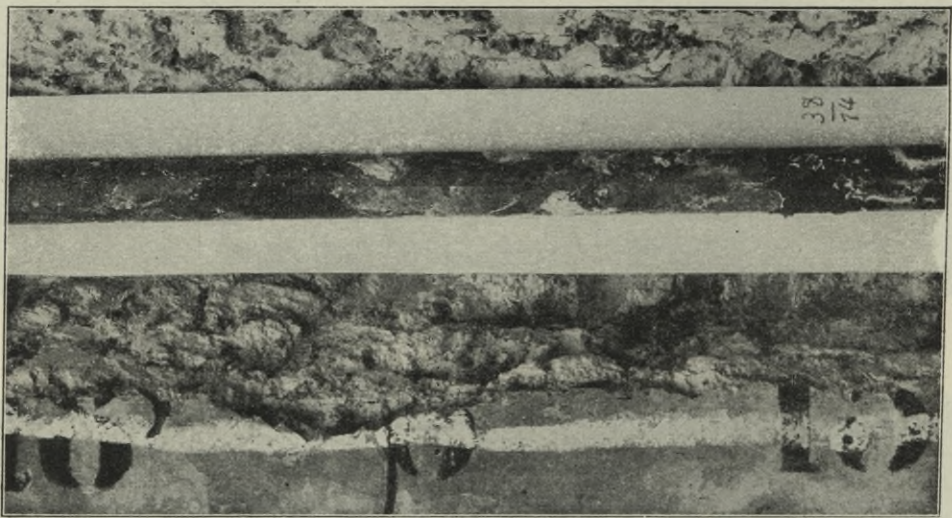


Abb. 152. Rostansatz bei Riß 18, 6 und 15 der Platte 38 (Abb. 146).

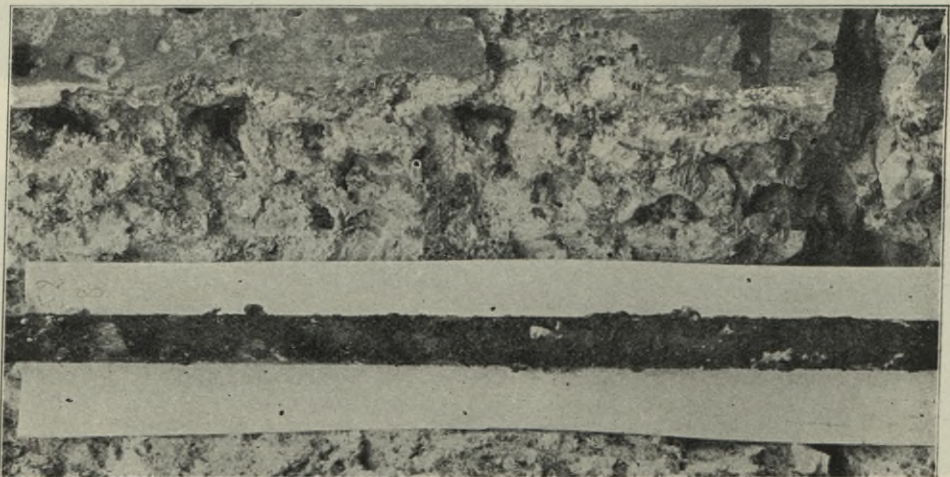


Abb. 153. Rostansatz bei Riß 1 der Platte 52 (Abb. 147).

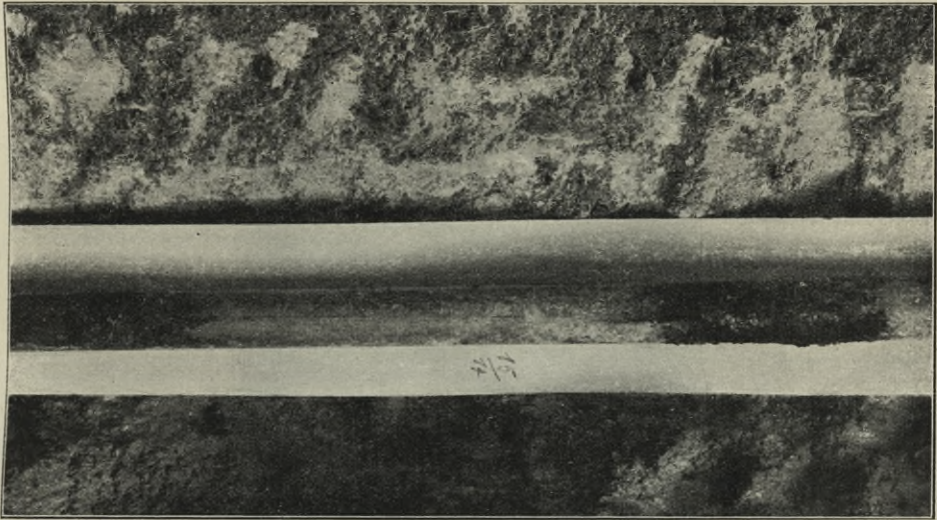


Abb. 154. Rostansatz bei und neben Riß 3 der Platte 15 (Abb. 148).

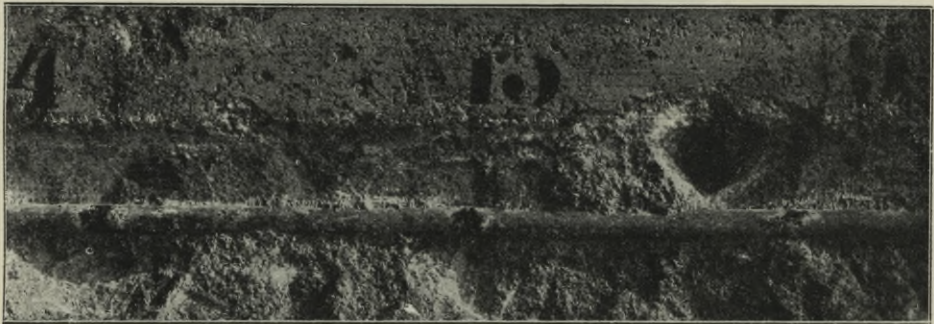


Abb. 155. Rostansatz bei Riß 4, 15 und 9 der Platte 16 (Abb. 149).

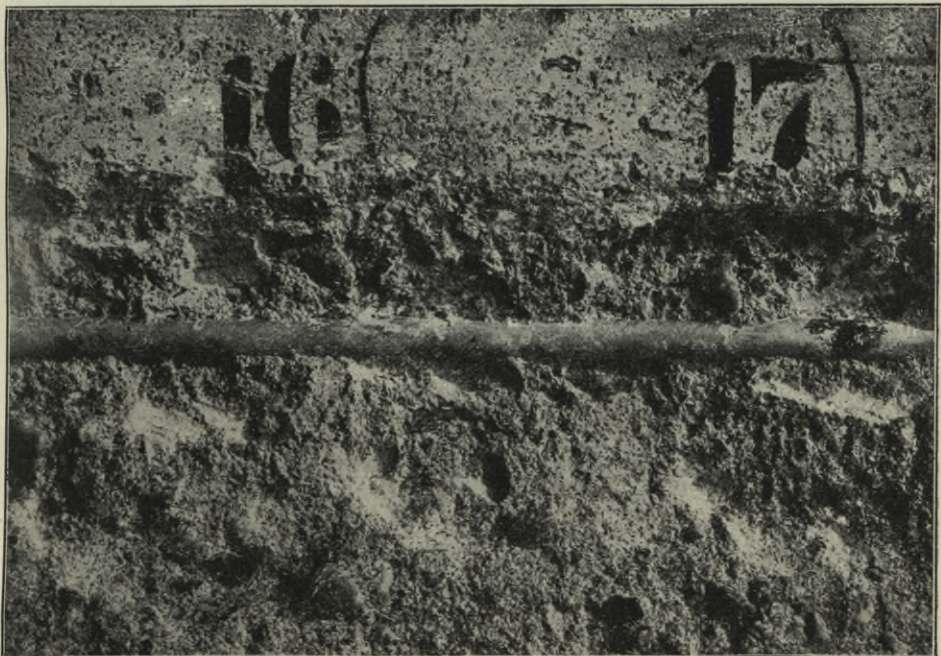


Abb. 156. Rostansatz bei Riß 16 und 17 der Platte 16 (Abb. 149).

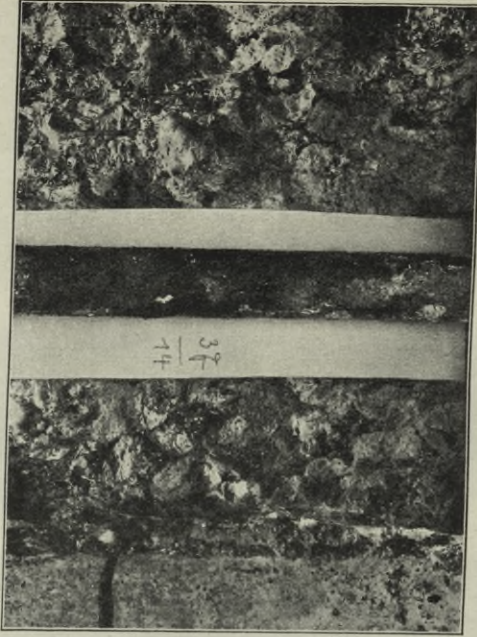


Abb. 157. Rostansatz bei Riß 18 der Platte 37 (Abb. 150).

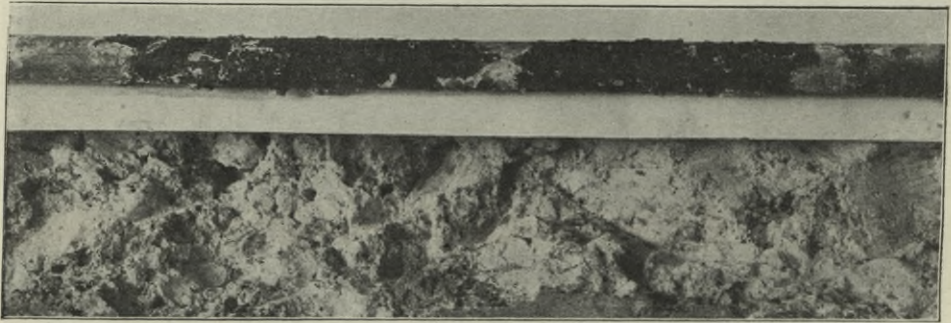


Abb. 158. Rostansatz bei Riß 1 und 22 der Platte 54 (Abb. 151).

Beim Freilegen des Eisens zeigte sich nämlich unter der Rißstelle Rostansatz der Stärke 4 (s. Abb. 159), aber auch am zweiten, dritten und vierten Eisenstabe wurde in der Verlängerung der Rißrichtung Rostansatz der Stärke 3 festgestellt (s. Abb. 159 und 160). Hieraus ist zu schließen, daß der Riß auch hier vorhanden aber nicht weit genug war, um sichtbar zu sein.

Im übrigen erstreckten sich die Roststellen an den Eisen von den Rissen aus unter die Betonhülle bis zu 35 mm weit, bei einzelnen Rissen bis zum Anschlusse an die nächste Roststelle. Die größte Ausdehnung der Roststellen zeigte sich bei den Schlackenbetonkörpern der Mischung 3. Dies ist dadurch zu erklären, daß dieser Beton wenig dicht und von zahlreichen Poren durchsetzt war, zum Teil sogar Kanäle bildend bis zur Oberfläche der Platten. Es ergibt sich daraus, daß dieser porösere Hochofenschlacken-Bimsbeton einen weniger guten Rostschutz als der erheblich dichtere Kiessandbeton gewährleistet.

Auf Grund dieser Untersuchungsergebnisse wurde seitens der Kommission beschlossen, die Versuche zu beenden.

Eine Anzahl der Platten der Lagerungsarten I und II sollte jedoch, sofern

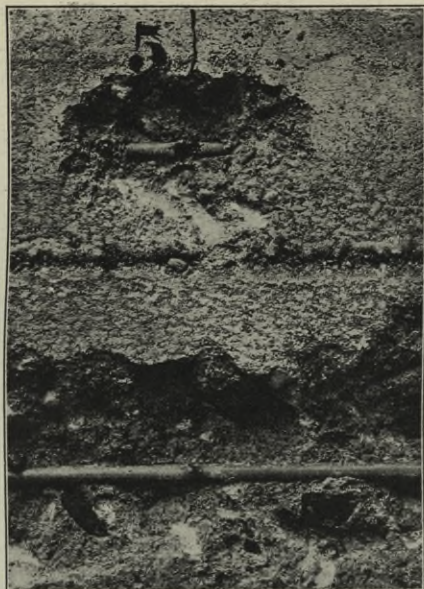


Abb. 159. Rostansatz bei Riß 5 der Platte 16 (Abb. 149).



Abb. 160. Rostansatz bei Riß 11 und in der Verlängerung des Risses 5 der Platte 16 (s. Abb. 159 und 149).

dieselben bei der Feststellung der Untersuchungsergebnisse entbehrt werden konnten, noch weitere 6 Jahre gelagert werden, um den Einfluß längerer Beanspruchungsdauer festzustellen.

Außerdem beschloß die Kommission weitere Rostschutzversuche in Aussicht zu nehmen. Auf diese wird im Anhang (s. Seite 83) eingegangen werden.

4. Befund der Platten und insbesondere der Eiseneinlagen nach einer Versuchsdauer von rund 4 Jahren.

Nach Erreichung des vorgeschriebenen Alters wurden die Platten aus den Dauerversuchsanlagen ausgebaut und in einem trockenen Raume bis zur Freilegung der Eiseneinlagen aufbewahrt. Da mit der Freilegung der einzelnen Eisenstäbe gleichzeitig die Untersuchung und die photographische Aufnahme verbunden werden mußte, um nachträgliches Anrosten der Eisen zu verhindern, gestaltete sich die Untersuchung überaus zeitraubend, so daß hierdurch die Fertigstellung des Berichtes erheblich aufgehalten wurde.

Die Einzelergebnisse der Untersuchungen sind in den Zahlentafeln Nr. 20 bis 25 Seite 100—102 enthalten. Zur Erhöhung der Uebersichtlichkeit sind auch die bereits in früheren Zeitabschnitten untersuchten Platten in diese Zusammenstellungen mit aufgenommen worden. Die Abb. 175 bis 234, s. Seite 103, zeigen die Unterseiten

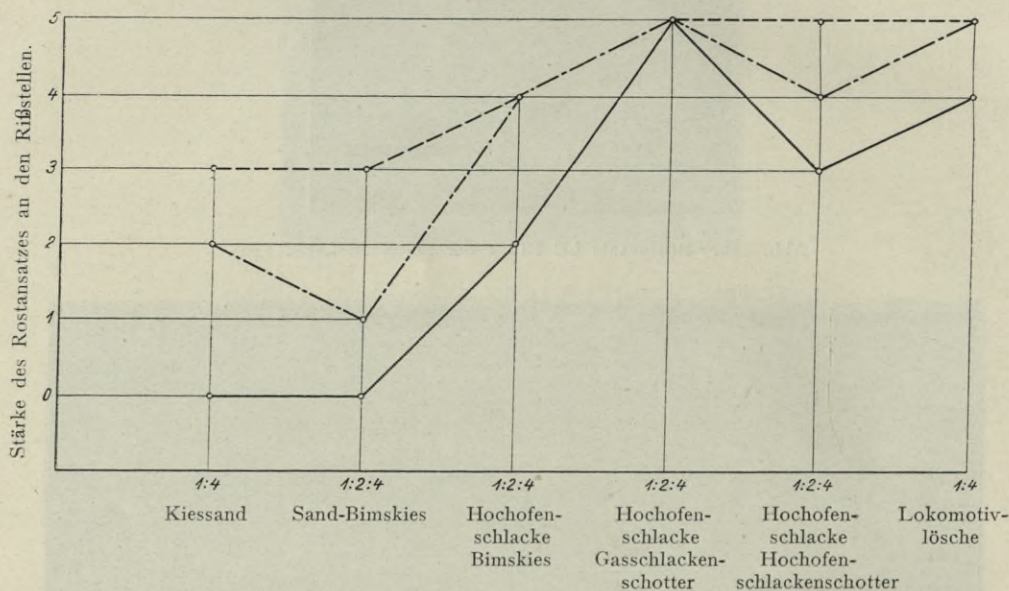


Abb. 161. Eisen mit Walzhaut eingelegt.

Abb. 161—163. Stärke des Rostansatzes an den Ribstellen für die drei Lagerungsarten der Platten und die einzelnen Betonmischungen bezogen auf den verschiedenen Zustand der Eiseneinlagen beim Einbetten.

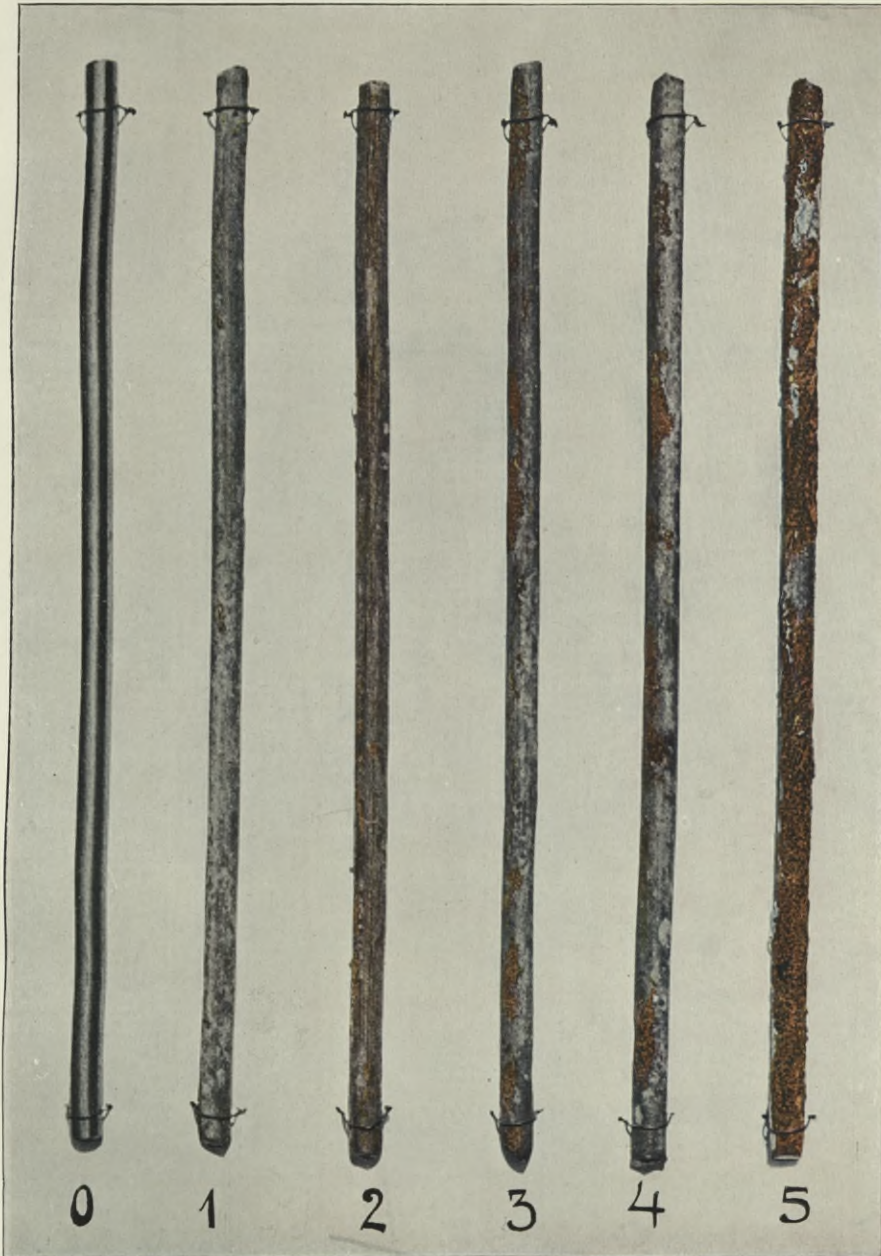
— Lagerungsart I.
 - - - " II.
 - · - · " III.

der Platten nach der vierjährigen Versuchsdauer in dem Zustande kurz vor dem Freilegen der Eisen und die Abb. 235 bis 293 einzelne Roststellen an den freigelegten Eiseneinlagen. Die in den Zahlentafeln angegebenen Gradstärken des Rostes stellen Mittelwerte dar, die auf Grund der Beurteilung der 4 einzelnen Eiseneinlagen jeder Platte festgesetzt wurden.

In die Zusammenstellung ist auch der bei der Freilegung der Eisen gemessene Abstand der Eiseneinlagen von der Unterseite der Platten (Betonüberdeckung) aufgenommen worden. Dieser Abstand ist insofern von Bedeutung, als die Stärke der Betonüberdeckung mit von Einfluß auf den Grad des Abschlusses gegen den Zutritt von Luft und Feuchtigkeit ist (s. Seite 83).

In den Schaubildern Abb. 161 bis 163 ist für den verschiedenen Zustand der Eiseneinlagen beim Einbetten die bei den Platten der 3 Lagerungsarten in den Zusammenstellungen niedergelegte Stärke des Rostansatzes an den Ribstellen für die einzelnen Betonmischungen aufgetragen worden.

Eisenstäbe von 8 mm Durchmesser
blank, d. h. von der Walzhaut befreit eingebettet.



0: Zustand des Eisens vor dem Einbetten in die Betonkörper.
1—5: Grad der Rostbildung nach Beendigung der Dauerversuche.

Dabei ist das günstige Verhalten der beiden für Eisenbeton in Betracht kommenden Betonmischungen 1 (Kiesbeton) und 2 (Bimsbeton) auf den Schaubildern für mit Walzhaut und verrostet eingelegtes Eisen deutlich erkennbar.

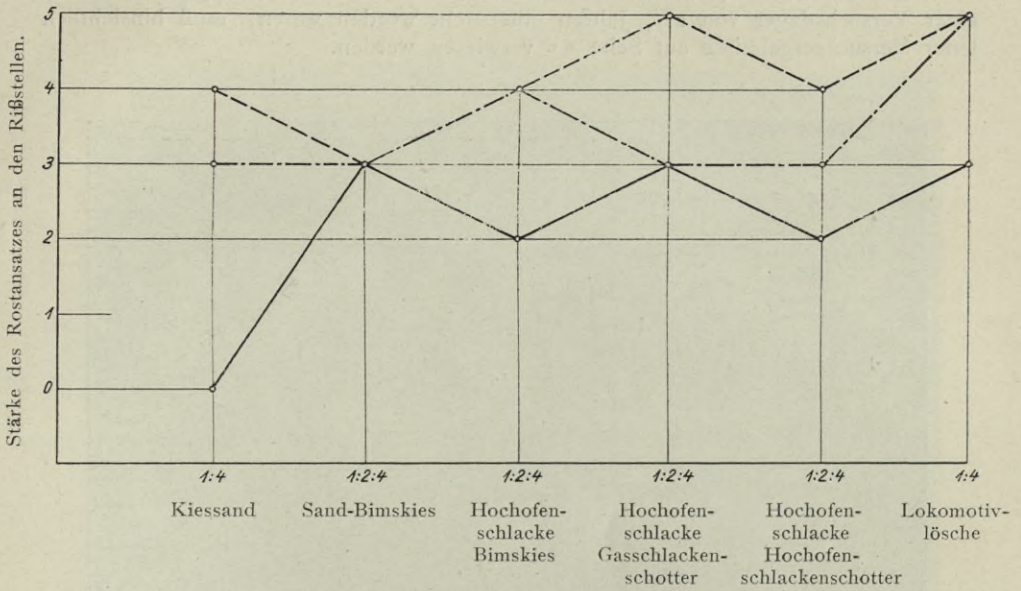


Abb. 162. Eisen verrostet eingelegt.

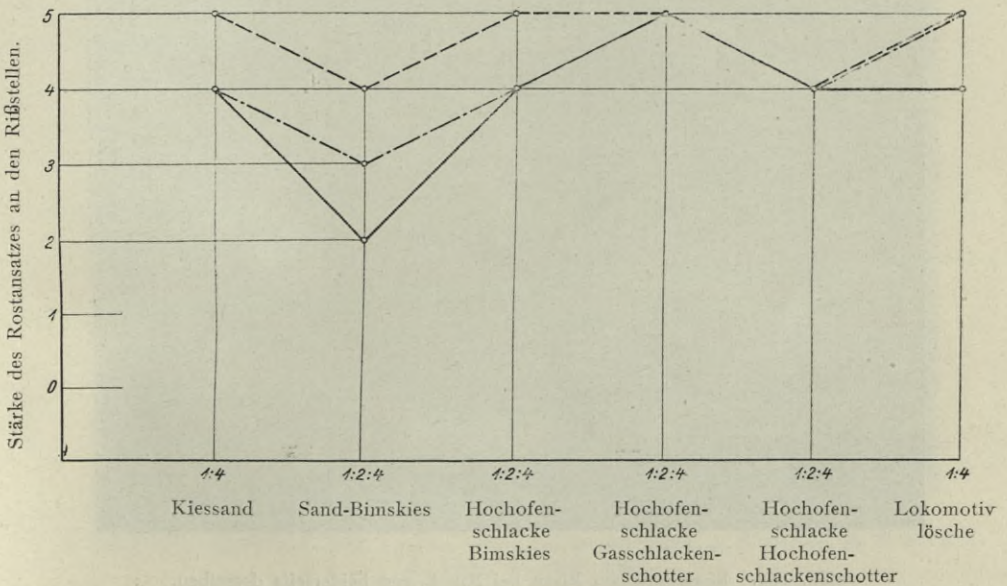


Abb. 163. Eisen blank eingelegt.

Aus dem Vergleich der einzelnen Versuchsergebnisse unter Berücksichtigung der Betonmischung, sowie der ursprünglichen Beschaffenheit der Eiseneinlagen und der Beanspruchungsweise der Platten in den Dauerversuchsanlagen ist folgendes zu entnehmen:

a) Betonmischung 1

(1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Kiessand).

Da die Platten, welche Eisen mit Walzhaut enthielten, bereits nach einer Versuchsdauer von $2\frac{3}{4}$ Jahren untersucht worden waren, muß hinsichtlich jener Versuchsergebnisse auf Seite 61 verwiesen werden.

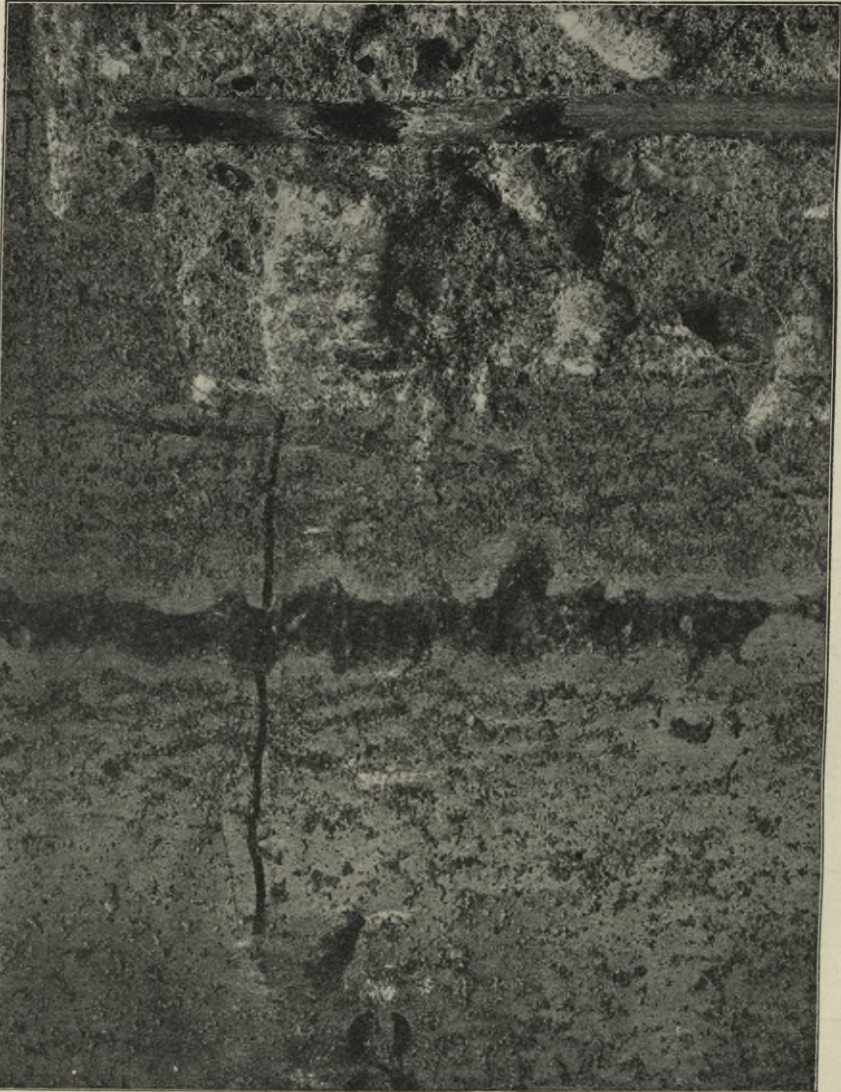


Abb. 164. Rostansatz am Eisen bei Riß 8 und beiderseits desselben.
Platte 16 (Abb. 149).

An den verrostet eingelegten Eisenstäben war neuer Rost nur an den Betonrißstellen entstanden, ausgenommen bei derjenigen Platte, welche im Freien gegen Witterungseinflüsse geschützt gelagert worden war. Bei dieser Platte hatte ein Weiterrosten überhaupt nicht stattgefunden.

Den stärksten Rostansatz zeigten durchweg diejenigen Platten, bei deren Herstellung b l a n k e Eisenstäbe zur Verwendung gelangt waren, und zwar trotz des verhältnismäßig dichten Betons auffälligerweise auch die, welche gegen Witterungseinflüsse geschützt gelagert worden waren. Selbst an Stellen, wo keine Risse im

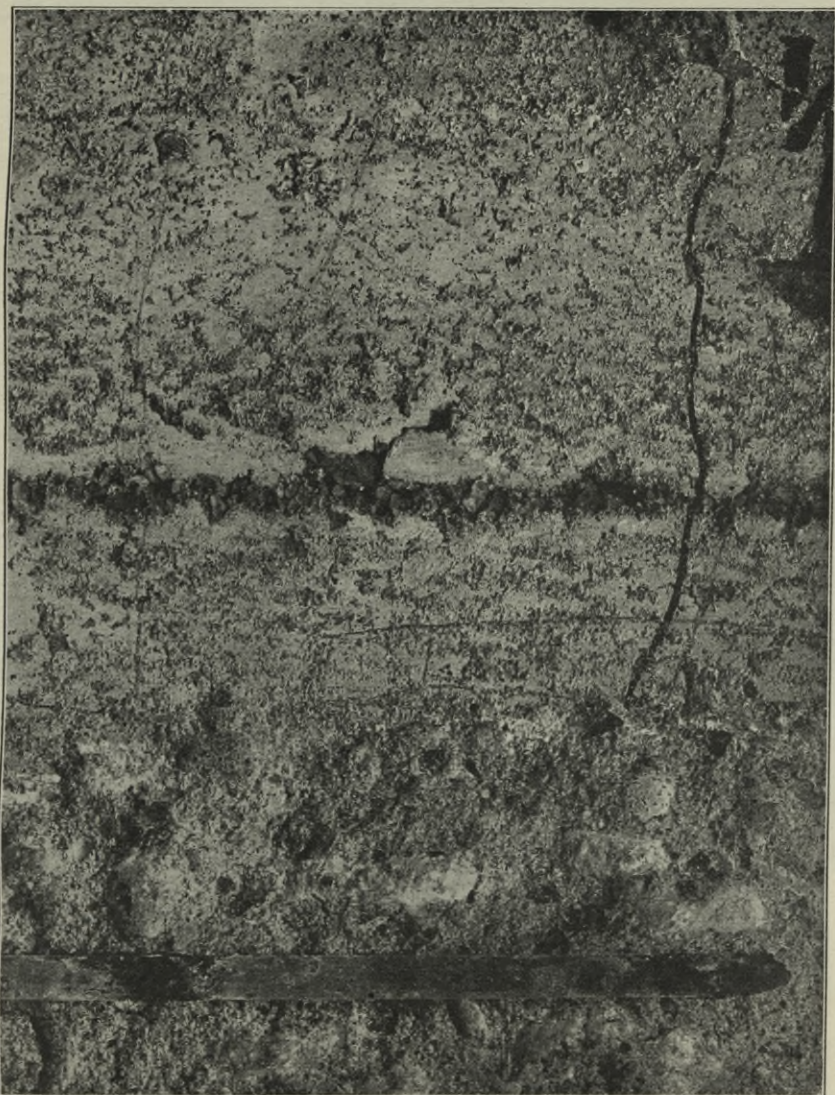


Abb. 165. Rostansatz auch an dem weiter abliegenden Eisen in Richtung des Risses 4 der Platte 16 (Abb. 149).

Beton vorlagen, hatte sich Rost an den Eisenstäben ausgebreitet. Auch wurde die bei der Kommissionsbesichtigung vom 24. April 1914 festgestellte Erscheinung, daß in der Richtung kurzer, nur über einen Teil der Plattenbreite reichender Risse auch die weiter abliegenden Eisen Rostansatz aufwiesen (s. Seite 70), bestätigt gefunden (s. Abb. 149 und 164 bis 166).

Abb. 167 ist ein Querschnittsschliff von Platte Nr. 7 und soll zur Veranschaulichung der Dichtigkeit der Betonmischung dienen.

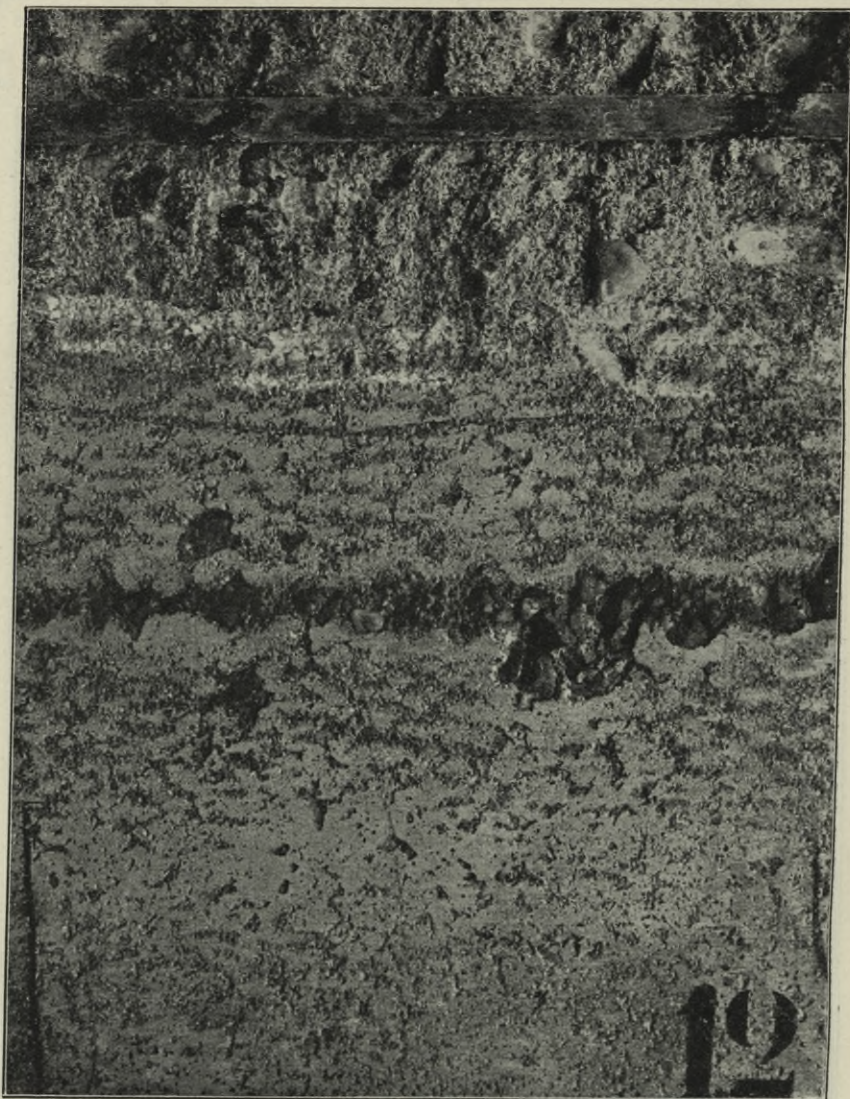


Abb. 166. Rostansatz auch an dem weiter abliegenden Eisen in Richtung des kurzen Risses 12 der Platte 16 (Abb. 149).

b) Betonmischung 2

(1 Raumteil Zement, 2 Raumteile Sand, 4 Raumteile Bimskies).

Bei dieser Betonmischung war der stärkste Rostansatz bei sämtlichen Versuchsreihen an den verrostet, sowie den blank eingebetteten Eisen vorhanden, und zwar sowohl an den Ribstellen als auch in deren Umgebung.

An den mit Walzhaut eingelegten Eisenstäben war dagegen Rostansatz ausschließlich an den Stellen der Betonrisse der mit periodischer Be- und Entlastung beanspruchten Platten entstanden. Die Eisen der Platten der Lagerungsarten I und II waren dagegen weder an den Betonrisse noch außerhalb derselben verrostet.

c) Betonmischung 3

(1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granulierten Hochofen-Schlacke,
4 Raumteile Bimskies).

Der Beton dieser Mischung war porös (vergl. auch Ausführungen Seite 70). Infolge dieser Porosität zeigten sich die Eiseneinlagen dieser Platten in erheblichem Maße verrostet, und zwar um so mehr, je größere und zahlreichere Poren der Beton aufwies.

Außerhalb der Betonrißstellen waren nur die Eiseneinlagen der Platten Nr. 38 und 39 unverrostet geblieben, trotzdem die eine der beiden, nämlich Nr. 38, im Freien den Witterungseinflüssen ausgesetzt gelagert worden waren. Es dürfte dies vielleicht auf eine zufällig besonders dichte Umhüllung der Eiseneinlagen zurückzuführen sein.

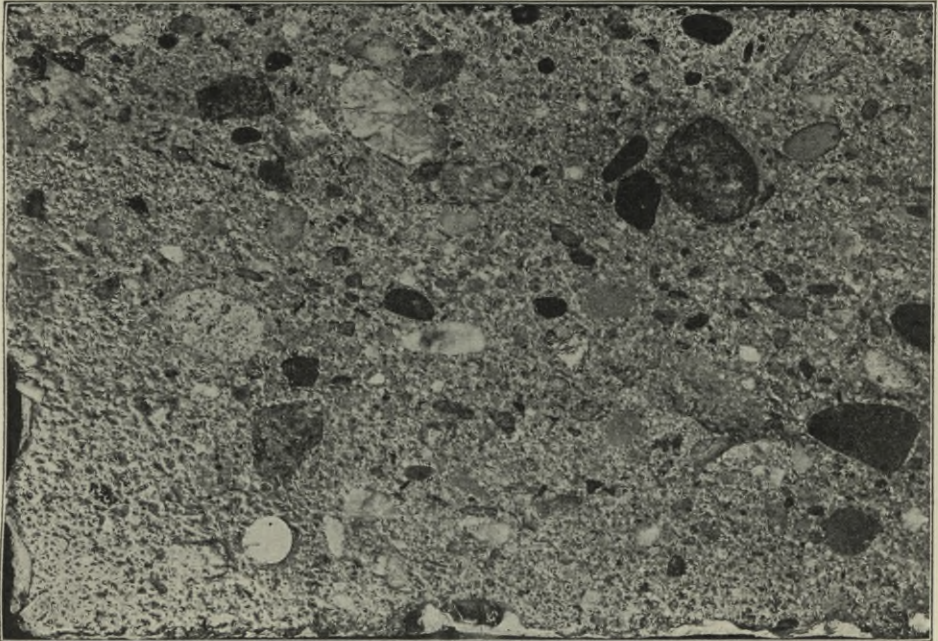


Abb. 167. Querschnittsschliff der Platte 7 (Abb. 178) der Betonmischung 1
(1 Zement, + 4 Kiessand).
(Der halbe kreisrunde Fleck links unten ist die Eiseneinlage.)

d) Betonmischung 4

(1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granulierten Hochofen-Schlacke,
4 Raumteile Gas-Schlackenschotter).

Diese Betonmischung zeigte sich noch poröser als die vorhergehende. Infolgedessen waren die Eiseneinlagen sämtlicher Platten sehr stark verrostet. Sie zeigten fast ausnahmslos den höchsten Grad der Roststärke, selbst bei geschützter Lagerung, und zwar gleichgültig, in welchem Zustande die Eisenstäbe eingebettet worden waren.

Eine Ausnahme bildete nur die Platte Nr. 66. Bei dieser zeigten die Eiseneinlagen nur an den Rißstellen stärkere Rostbildungen, innerhalb der sonstigen Einbettungslänge dagegen nicht. Dieses Verhalten ließ vermuten, daß bei dieser



Abb. 168. Kopfansicht der Platte 64.

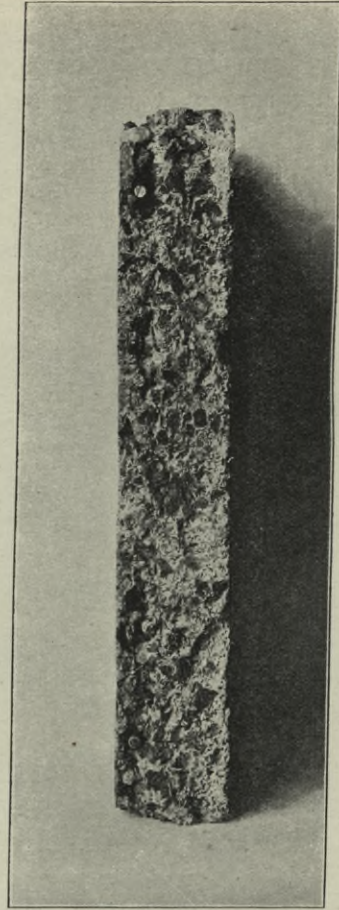


Abb. 169. Querschnitt der Platte 64.

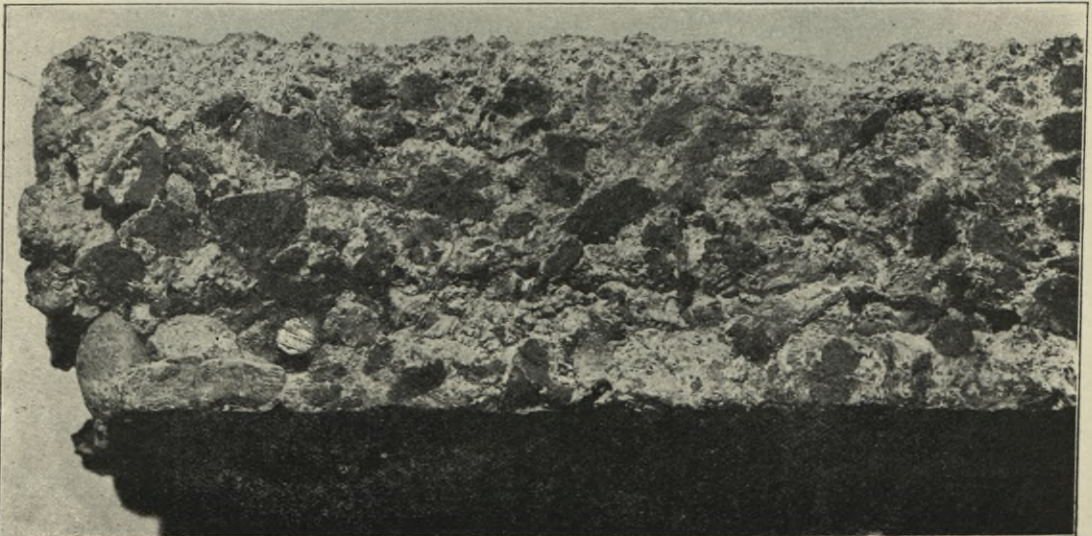


Abb. 170. Teilaufnahme eines Querschnittes der Platte 64.

Platte der Beton durch irgendwelche Nebenumstände veranlaßt ein dichteres Gefüge besitzen müßte.

Um dies aufzuklären, wurden mehrere Schnitte von verschiedenen Platten dieser Betonmischung hergestellt und die Schnittflächen glatt geschliffen. Es zeigte sich alsdann, daß die Betonmasse beim Einstampfen der Platten eine Trennung erfahren hatte. Da der Beton ziemlich feucht verarbeitet worden war, und in der

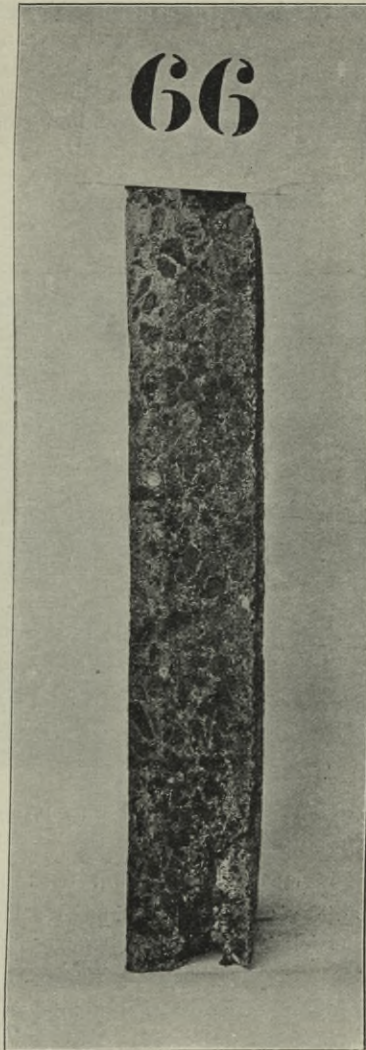


Abb. 171. Querschnitt der Platte 66.

Mischung die feineren Anteile der Zuschlagstoffe nicht zur Bildung eines durchweg dichten Betons hinreichten, setzte sich der Zement aus der Mischung am Boden des Formkastens ab und bildete daselbst eine zusammenhängende dichtere Schicht, die aber bei allen Platten mit Ausnahme der Platte Nr. 66 nicht bis an die Eisen heranreichte. Dies zeigen deutlich die Abb. 168—170, welche eine Kopfansicht und Querschnitte der Platte Nr. 64 darstellen. Bei der Platte Nr. 66 waren dagegen die Eisen von der dichten Betonschicht eingeschlossen (s. Abb. 171 und 172).

Auf Grund dieser Feststellungen darf daher angenommen werden, daß nicht die Zuschlagstoffe das starke Rosten bedingten, sondern daß dieses wohl hauptsächlich eine Folge des ungehinderten Zutrittes von Feuchtigkeit und Luft zu den Eiseneinlagen von den Seitenflächen und der Oberfläche der Platten her war. Inwieweit aber die Bestandteile der Zuschlagstoffe von Einfluß auf das Rosten waren, kann auf Grund der vorliegenden Prüfung nicht entschieden werden. Bemerkenswert ist jedoch, daß der Beton dieser Mischung, sowie insbesondere der Mischung 5, wie sich nachträglich bei Untersuchung der Plattenquerschnitte herausstellte, zahlreiche Roheiseneinsprengungen von der Korngröße der Zuschlagstoffe enthielt, die offenbar mit der granulierten Hochofen-Schlacke und dem Schlackenschotter in den Beton gekommen waren. Diese Einsprengungen dürften auch die Ursache der unter Abschnitt C, Seite 59 erwähnten Rostflecken an der Plattenunterseite gewesen sein (s. Abb. 131—133).



Abb. 172. Teilaufnahme des Querschnittes der Platte 66 (Abb. 204).

e) Betonmischung 5

(1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granuliert Hochofen-Schlacke,
4 Raumteile Hochofen-Schlackenschotter).

Trotz verhältnismäßig geringer Porosität dieser Betonmischung wiesen auch viele vom Beton gut umhüllte Teile der Eiseneinlagen außerhalb der Rißstellen mehr oder weniger starken Rostansatz auf. Am auffälligsten trat dies bei den Platten mit blank eingelegten Eisen hervor, insbesondere bei der geschützt gelagerten Platte Nr. 90. Auch die mit Walzhaut eingelegten Eisenstäbe zeigten sich teilweise stark verrostet, besonders diejenigen der im Freien ungeschützt gelagerten Platten und die mit periodischer Be- und Entlastung beanspruchten.

Eine Ausnahme bildete jedoch die 14 cm starke Platte Nr. 73, die den Belastungswechseln unterworfen gewesen war. Die Eiseneinlagen dieser Platte zeigten nur an den Betonrissen Rostansatz, auf die übrige Einbettungslänge waren sie rostfrei geblieben. Der auffallende Unterschied gegenüber der Platte Nr. 77 dürfte darin liegen, daß die Platte Nr. 73 gegenüber jener nur den dritten Teil an Rissen aufwies. Außerdem waren die Risse sehr fein und erstreckten sich nicht weiter als etwa 10 cm über die Plattenbreite. Auch die aus dem Quer-

schnittsschliff der Abb. 131 und 132 erkennbare dichte Umhüllung der Eisen bei der Platte Nr. 73 gegenüber der Platte Nr. 77 (s. Abb. 133) trägt zur Erklärung des auffallenden Unterschiedes wesentlich bei.

Die rostig eingelegten Eisenstäbe waren nur an den Betonrißstellen in erheblichem Maße weitergerostet, während sich zwischen den Rißstellen und außerhalb der Rissezone kein neuer Rostansatz zeigte. Eine Ausnahme bildete indessen

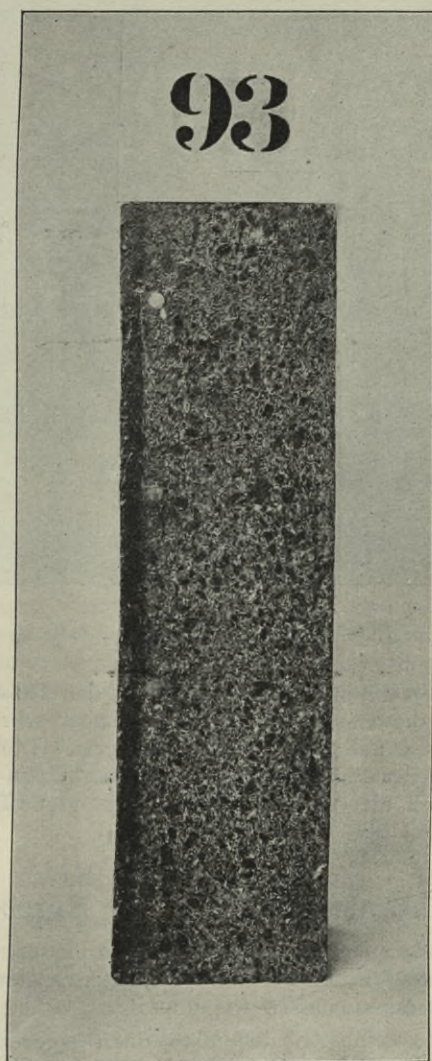


Abb. 173. Querschnittsschliff der Platte 93 (Betonmischung 6).

die 14 cm starke Platte Nr. 81, die den Belastungswechseln unterworfen gewesen war. Die Eiseneinlagen dieser Platten zeigten in ihrer ganzen Ausdehnung neuen Rostansatz.

f) Betonmischung 6

(1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Lokomotivlöschs.)

Die Eiseneinlagen dieser Platten zeigten die stärkste Rostbildung gegenüber den Eiseneinlagen in allen anderen Mischungen. Die ursprünglich blank

eingelegten Eisen waren über ihre ganze Länge mit sehr starkem Rost, teilweise mit Blätterrost überzogen. Die verhältnismäßig schwächste Rostbildung, jedoch immerhin in der Stärke 3 bis 4, zeigten die Eiseneinlagen der im Freien geschützt gelagerten Platte. Auffällig ist nur das Verhalten der mit Walzhaut eingelegten Eisen der Platte Nr. 93. Trotz der starken Inanspruchnahme der Platten

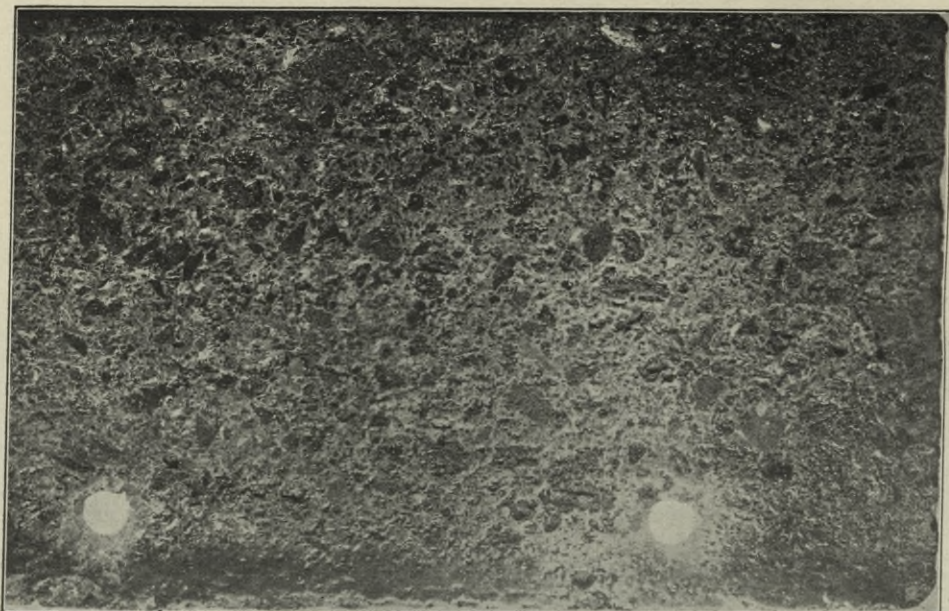


Abb. 174. Teilaufnahme eines Querschnittsschliffes der Platte 93 (Betonmischung 6).

mit 610 000 Belastungswechseln war außer unter den Rißstellen keinerlei Rostansatz entstanden. An diesen selbst zeigte er sich aber sehr stark und weit nach beiden Seiten des Risses auf den Eisen ausgebreitet. Die Ursache dieses abweichenden Verhaltens der Platte Nr. 93 konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden, dürfte aber auch hier auf zufällig besonders große Dichtigkeit der Betonumhüllung zurückzuführen sein (Abb. 173 und 174).

VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Ergebnisse lassen sich, sofern die wenigen Platten, die ein abweichendes Verhalten gegenüber der Mehrzahl gleichartiger Platten zeigten, bei der Beurteilung ausgeschaltet werden, zusammenfassen wie folgt:

1. Es haben sich keine Anhaltspunkte dafür ergeben, daß die benutzten Zuschlagstoffe ein Rosten der Eiseneinlagen verursachten. Dagegen hat sich aber deutlich gezeigt, daß poröser Beton das Rosten begünstigt und dichter Beton das Rosten, sowie das Weiterrosten wirksam verhindert. Insbesondere konnte festgestellt werden, daß gut an den Eisen haftende Zementumhüllungen, sogenannte Zementhäute, der Rostbildung vorbeugen.
2. Die Oberflächenbeschaffenheit der Eiseneinlagen ist auf die Rostbildung von Einfluß, und zwar neigen bei allen Betonmischungen die blanken Eiseneinlagen in höherem Maße zum Rosten als die mit Walzhaut bedeckten. Besonders bemerkenswert ist aber, daß die verrostet eingelegten Eisenstäbe nur dann weiterrosten, wenn die Luft und Feuchtigkeit Zutritt

finden. Sind dagegen diese Eisenstäbe dicht mit Beton umhüllt, so findet kein Weiterrosten statt. Ein Entrosten von Eisenstäben durch chemische Vorgänge beim Abbinden des Zementes, eine Frage, die von anderer Seite wiederholt aufgegriffen worden ist, war in keinem Falle festzustellen, trotzdem gerade auf die Aufklärung dieses Umstandes besonders geachtet wurde.

3. Es haben sich keine unmittelbaren Anhaltspunkte dafür ergeben, daß die Plattenstärke und die Betonüberdeckung der Eiseneinlagen einen Einfluß auf den Rostschutz der Eisen ausübt. Es darf aber die Vermutung ausgesprochen werden, daß bei porösen Betonsorten mit der Stärke der Betonüberdeckung der Rostschutz erhöht wird.
4. Betonrisse in der hier vorliegenden erheblichen Weite und Länge, wie sie durch die Höhe der vorausgegangenen Ueberbelastung entstanden waren, ermöglichen den Zutritt von Luft und Feuchtigkeit zu den Eiseneinlagen und begünstigen daher das Rosten. Sie sind umso gefährlicher, je weiter sie klaffen. Das Rosten beginnt an den Rißstellen und setzt sich dann nach beiden Seiten mehr oder weniger weit in das Innere des Betons hin fort, abhängig von dem Grade der Dichtigkeit der Betonumhüllung. Dabei rostet die der Rißmündung zugekehrte Seite der Eisen stärker als die entgegengesetzte.
5. Es hat sich gezeigt, daß Rosten der Eiseneinlagen nur dann stattfindet, wenn Wasser und Luft auf das Eisen einwirken, und zwar wird die Rostbildung umso stärker, je häufiger Wasser und Luft mit dem Eisen in Wechselwirkung treten und je ungehinderter dies stattfindet. Einen Einfluß auf den Grad des Rostansatzes dürfte hierbei auch der Gehalt der Luft an Bestandteilen ausüben, die allgemein das Rosten von Eisen verursachen oder begünstigen.
6. Ein ungünstiger Einfluß der periodischen Be- und Entlastung auf den Grad der Roststärke konnte nicht festgestellt werden, es zeigten vielmehr die Eisen der unter ruhender Belastung ungeschützt im Freien gelagerten Platten gleich starken Rostansatz. Zu beachten bleibt jedoch, daß durch die wiederholten Belastungswechsel eine Erweiterung der Risse und Neubildung solcher erfolgt, die periodische Be- und Entlastung daher einen mittelbaren Einfluß insofern ausübt, als die Anzahl der Roststellen und deren Ausdehnung vergrößert wird.

IX. Schlußfolgerung.

Aus den Versuchsergebnissen ist zu folgern, daß es bei Errichtung von Eisenbetonbauten notwendig ist, die Eiseneinlagen zur Verhinderung der Rostbildung vor dem Zutritt von Feuchtigkeit und Luft zu schützen, und zwar durch Verwendung eines möglichst dichten Betons. Weiter muß durch ausreichende Bemessung der Querschnitte und zweckmäßige Verteilung der Eiseneinlagen über den Betonquerschnitt der Entstehung von statischen Betonrissen nach Möglichkeit vorgebeugt werden.

X. Anhang.

Wie bereits auf Seite 71 erwähnt ist, wurden von der am 24. April 1912 in Dresden tagenden Kommission Ergänzungsversuche zur weiteren Klärung der Frage des Rostschutzes von Eiseneinlagen in Beton in Aussicht genommen, derart, daß

1. einzelne der bei den erledigten Rostschutzversuchen benutzten und bei Feststellung des derzeitigen Versuchsergebnisses entbehrlichen Platten, weitere 6 Jahre unter ruhender Belastung im Freien teils geschützt, teils

den Witterungseinflüssen ausgesetzt gelagert werden. Während dieses Zeitraumes sind die Platten zur Feststellung etwaiger Veränderungen jährlich einmal äußerlich zu besichtigen.

2. für neue Versuche größere Probekörper, nämlich von 5,25 m Länge, in Form von Rippenbalken benutzt werden, die den praktischen Verhältnissen besser als die verwendeten Platten rechteckigen Querschnittes entsprechen.

Diese Rippenbalken sind im Freien sämtlichen Witterungseinflüssen ausgesetzt zu lagern, und zwar sollen zur Verwendung gelangen

- a) 3 Probekörper verschiedener Querschnittsabmessungen aus einer Betonmischung von
1 Teil Zement,
4 Teilen Kiessand
unter einer Belastung, die eine rechnermäßige Eisenspannung von 1000 kg/qcm erzeugt (Vorschlag Labes), und
- b) 3 Probekörper derselben Querschnittsabmessungen aus einer Betonmischung von
1 Teil Zement,
3 Teilen Sand
unter einer Belastung, die eine rechnermäßige Eisenspannung von 750 kg/qcm erzeugt (Vorschlag Koenen).

Diese Vorschläge wurden vom Deutschen Ausschuss für Eisenbeton genehmigt. Die erforderlichen Probekörper sind inzwischen angefertigt und die Versuche sind in Angriff genommen worden.

Zahlentafel Nr. 4.

Platten der Lagerungsart I.

(Im Freien unter ruhender Belastung gegen Witterungseinflüsse geschützt.)

Bezeichnung der Platten	Betonmischung	Beschaffenheit des eingelegten Eisens	Bezeichnung der Platten	Betonmischung	Beschaffenheit des eingelegten Eisens
3/14 5/8	1 Zement 4 Kiessand	mit Walzhaut	55/14 60/8	1 Zement 2 granuliert Hochofen-Schlacke 4 Gas-Schlackenschotter	mit Walzhaut
8/14 11/8		verrostet	62/14 64/8		verrostet
13/14 17/8		blank	69/14 70/8		blank
19/14 23/8	1 Zement 2 Sand 4 Bimskies	mit Walzhaut	75/14 78/8	1 Zement 2 granuliert Hochofen-Schlacke 4 Hochofen-Schlackenschotter	mit Walzhaut
26/14 28/8		verrostet	79/14 82/8		verrostet
31/14 35/8		blank	87/14 90/8		blank
39/14 41/8	1 Zement 2 granuliert Hochofen-Schlacke 4 Bimskies	mit Walzhaut	92/14 95/8	1 Zement 4 Lokomotivlösche	mit Walzhaut
45/14 46/8		verrostet	98/14 101/8		verrostet
51/14 53/8		blank	103/14 106/8		blank

Zahlentafel Nr. 5.

Platten der Lagerungsart II.

(Im Freien unter ruhender Belastung allen Witterungseinflüssen ausgesetzt.)

Bezeichnung der Platten	Betonmischung	Beschaffenheit des eingelegten Eisens	Bezeichnung der Platten	Betonmischung	Beschaffenheit des eingelegten Eisens
2/14 4/8	1 Zement 4 Kiessand	mit Walzhaut	56/14 59/8	1 Zement 2 granuliert Hochofen-Schlacke 4 Gas-Schlackenschotter	mit Walzhaut
9/14 12/8		verrostet	61/14 66/8		verrostet
14/14 18/8		blank	68/14 72/8		blank
20/14 24/8	1 Zement 2 Sand 4 Bimskies	mit Walzhaut	74/14 76/8	1 Zement 2 granuliert Hochofen-Schlacke 4 Hochofen-Schlackenschotter	mit Walzhaut
27/14 29/8		verrostet	80/14 83/8		verrostet
32/14 34/8		blank	86/14 89/8		blank
38/14 40/8	1 Zement 2 granuliert Hochofen-Schlacke 4 Bimskies	mit Walzhaut	91/14 96/8	1 Zement 4 Lokomotivlösche	mit Walzhaut
44/14 47/8		verrostet	99/14 102/8		verrostet
49/14 52/8		blank	105/14 107/8		blank

Zahlentafel Nr. 6.

Platten der Lagerungsart III.

(Im geschlossenen Raume unter abwechselnder Be- und Entlastung und mit Wasser behandelt)

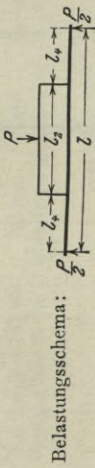
Bezeichnung der Platte	Betonmischung	Beschaffenheit des eingelegten Eisens	Anzahl der Belastungen		Insgesamt
			während der ersten beiden Jahre der Versuche mit $\frac{1}{3}$ der Ribbelastung	während des 3. Jahres mit einer Last, die rechnermäßig 1000 kg Eisen- spannung erzeugt	
1/14 6/8	1 Zement 4 Kiessand	} mit Walzhaut {	360 100	—	360 100
			357 100	—	357 100
7/14 10/8		} verrostet {	419 100	217 900	637 000
			408 000	182 300	590 300
15/14 16/8		} blank {	417 800	170 100	587 900
			421 400	170 100	591 500
21/14 22/8	1 Zement 2 Sand 4 Bimskies	} mit Walzhaut {	413 400	190 900	604 300
			414 800	197 500	612 300
25/14 30/8		} verrostet {	419 400	181 800	601 200
			417 200	192 800	610 000
33/14 36/8		} blank {	405 500	198 100	603 600
			415 700	194 100	609 800
37/14 42/8	1 Zement 2 granulierten Hoch- ofen-Schlacke 4 Bimskies	} mit Walzhaut {	415 400	169 700	585 100
			417 700	195 900	613 600
43/14 48/8		} verrostet {	393 100	217 900	611 000
			441 500	181 800	603 300
50/14 54/8		} blank {	422 900	187 400	610 300
			415 700	170 100	585 800
57/14 58/8	1 Zement 2 granulierten Hoch- ofen-Schlacke 4 Gasschlacken- Schotter	} mit Walzhaut {	418 200	195 700	613 900
			423 000	185 100	608 100
63/14 65/8		} verrostet {	415 300	182 400	597 700
			421 300	185 100	606 400
67/14 71/8		} blank {	415 500	199 600	615 100
			417 500	195 700	613 200
73/14 77/8	1 Zement 2 granulierten Hoch- ofen-Schlacke 4 Hochofenschlacken- Schotter	} mit Walzhaut {	422 300	179 600	601 900
			415 300	199 600	614 900
81/14 84/8		} verrostet {	420 100	199 800	619 900
			418 900	185 100	604 000
85/14 88/8		} blank {	403 700	198 600	602 300
			418 000	184 600	602 600
93/14 94/8	1 Zement 4 Lokomotivlösch- e	} mit Walzhaut {	414 300	195 700	610 000
			414 200	183 900	598 100
97/14 100/8		} verrostet {	407 000	202 400	609 400
			418 200	173 600	591 800
104/14 108/8		} blank {	405 900	202 400	608 300
			414 210	195 700	609 900

Zahlentafel Nr. 7.

Biegeversuche zur Erzeugung von Rissen in den Platten für die Rostschutzversuche.

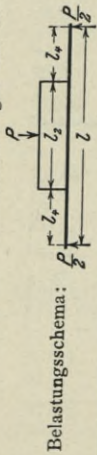
Mischungsverhältnis: 1 Zement, 4 Kiessand.

Plattendicke 8 cm. Rundeiseneinlagen mit 8 mm Durchmesser. Mittleres Gewicht der Platten 170 kg.



Be- lastung P kg	Eiseneinlage rostfrei mit Walzbaut				Eiseneinlage rostig aber ohne Blätterrost				Eiseneinlage blank bearbeitet			
	Probekörper Nr. 4 171 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 5 171 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 6 175 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 10 173 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 11 173 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 12 173 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 16 169 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 17 169 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 18 169 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.			
0												
100												
200												
300												
400												
500												
600												
700												
800		314			450							
900	338	I		571	I	452	I	562	I			
1000	571	2-10	498	991	10	722	10	704	2-4			
1100							10	850	5-10			
1200								960	10			
1300			927									

Zahlentafel Nr. 8.
Biegeversuche zur Erzeugung von Rissen in den Platten für die Rostschutzversuche.
 Mischungsverhältnis: 1 Zement, 4 Kiessand.
 Plattendicke 14 cm. Rundeiseneinlagen mit 10 mm Durchmesser. Mittleres Gewicht der Platten 330 kg.



Be- lastung P kg	Eiseneinlage rostfrei mit Walzhaut			Eiseneinlage rostig aber ohne Blätterrost			Eiseneinlage blank bearbeitet		
	Probekörper Nr. 1 175 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 2 170 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 3 171 Tage alt Entstehg. von Riß Nr.	Probekörper Nr. 7 172 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 8 172 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 9 173 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 13 169 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 14 169 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.	Probekörper Nr. 15 169 Tage alt Durch- biegung von Riß 1/100 mm Nr.
0									
100									
200									
300									
400									
500									
600									
700									
800									
900									
1000									
1100									
1200									
1400									
1500									
1600									
1700									
1800									
1900									
2000									
2100	196 2,6	143 3	172 I	243 I	236 I	173 I	195 I	221 I	288 2-4
2200			201 2					250 I	324 5
2300			427 10						394 7
2500									406 8
2600	384	3-7							468 —
2700									
2800									
2900			356 4						
3000			392 5						
3100			419 6 und 7						
3200			449 8-11			475 10			

Zahlentafel Nr. 19.
 Druckversuche mit den Betonprobewürfeln.

Betonmischung		Druckfestigkeit ermittelt an Würfeln von 20 cm Kantenlänge				Raum- gewicht der Würfel im Alter von 170 Tagen
Nr.	Zusammensetzung	im Alter von 28 Tagen kg/qcm	Mittel- werte kg/qcm	im Alter von 170 Tagen kg/qcm	Mittel- werte kg/qcm	
1	1 Rtl. Zement 4 Rtle. Kiessand	153 157 184 188 161 161	167	215 230 238 260 260 248 245 240 252	243	2,20
2	1 Rtl. Zement 2 Rtle. Sand 4 Rtle. Bimskies	120 110 108 110	112	132 128 128 112 120 120 132 130 132	126	1,67
3	1 Rtl. Zement 2 Rtle. granuliert Hochofen- Schlacke 4 Rtle. Bimskies	92 98 90 92	93	125 120 118 130 112	121	1,59
4	1 Rtl. Zement 2 Rtle. granuliert Hochofen- Schlacke 4 Rtle. Gas-Schlackenschotter	100 98 82 102 90 78	92	115 100 122 138 122 152 120 112 120	122	1,87
5	1 Rtl. Zement 2 Rtle. granuliert Hochofen- Schlacke 4 Rtle. Hochofen-Schlacken- schotter	178 170 112 120	145	238 240 268 185 172	221	2,28
6	1 Rtl. Zement 4 Rtle. Lokomotivlösche	120 122 100 92	109	142 138 142 142 180 142 112 108	138	1,53

Zahlentafeln Nr. 20—25.

Ergebnisse der Untersuchung der Platten und insbesondere der Eisen-
einlagen nach einer Versuchsdauer von rund 4 Jahren.

Zahlentafel Nr. 20.

Nr. der Platte	Stärke der Platte	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Betonüberdeckung der Eisenstäbe mm	Beton- mischung Nr. 1	Zustand d. Eisen- stäbe beim Einbetten	Grad des festgestellten Rostansatzes			Bemerkungen	
							an den Rißstellen	an anderen Stellen	veran- schaulicht durch Abb. Nr.		
5	8	138	I	13	1 Raunteil Zement, 4 Raunteile Kiessand	mit Walz- haut	0	0	—	Sämtliche Platten wurden bereits im Jahre 1911 unter- sucht (s. Seite 61) 357 000 Belastungs- wechsel 360 000 Belastungs- wechsel	
3	14	136	II	19			0	0	—		
4	8	137		14			2	0	—		
2	14	135	20	2			0	140			
6	8	139	III	12			3	0	—		
1	14	134		20			3	0	141		
11	8	175	I	13		verrostet	0	0	235		590 000 Belastungs- wechsel 637 000 Belastungs- wechsel
12	8	176	II	13			3	0	—		
10	8	177	III	14			4	0	236 u. 237		
7	14	178		18			4	0	238		
17	8	142	I	13		blank	4	3	239—241		591 500 Belastungs- wechsel
18	8	145	II	15	4		1	242			
16	8	149	III	12	4		3	155, 156, 159, 160, 164—166 u. 243—247			
15	14	148		20	5		3	154, 248 u. 249	588 000 Belastungs- wechsel		

Zahlentafel Nr. 21.

Nr. der Platte	Stärke der Platte	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Betonüberdeckung der Eisenstäbe mm	Beton- mischung Nr. 2	Zustand d. Eisen- stäbe beim Einbetten	Grad des festgestellten Rostansatzes			Bemerkungen
							an den Rißstellen	an anderen Stellen	veran- schaulicht durch Abb. Nr.	
23	8	179	I	16	1 Raunteil Zement, 2 Raunteile Sand, 4 Raunteile Bimskies	mit Walz- haut	0	0	—	612 000 Belastungs- wechsel 604 500 Belastungs- wechsel
24	8	180	II	15			0	0	—	
22	8	181	III	13			3	0	250	
21	14	182		20		2	0	251		
28	8	183	I	14		verrostet	3	3	252	
29	8	184	II	15	3		2	—		
30	8	185	III	15	3		3	253		
25	14	186		20	3		2	254		
35	8	187	I	12	blank	2	2	255	610 000 Belastungs- wechsel 603 500 Belastungs- wechsel	
34	8	188	II	13		3	2	—		
36	8	189	III	14		4	3	256		
33	14	190		20		3	0	257		

Zahlentafel Nr. 22.

Nr. der Platte	Stärke der Platte	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Betonüberdeckung der Eisenstäbe mm	Betonmischung Nr. 3	Zustand d. Eisenstäbe beim Einbetten	Grad des festgestellten Rostansatzes			Bemerkungen	
							an den Rißstellen	an anderen Stellen	veranschaulicht durch Abb. Nr.		
39	14	143	I	17	1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granulirte Hochofen-Schlacke, 4 Raumteile Bimskies	mit Walzhaut	2	0	—	Beide Platten sind sehr porös 614 000 Belastungswechsel 585 000 Belastungswechsel	
38	14	146	II	21			4	0	152		
40	8	191		14			5	3	258		
42	8	192	11	3			2	—			
37	14	150	III	16		4	2	157 u. 259			
46	8	193	I	11		verrostet	2	1	—		614 000 Belastungswechsel 585 000 Belastungswechsel
47	8	194	II	11			4	3	260		
48	8	195	11	4			3	261			
43	14	196	III	18			4	3	262		
53	8	144	I	11		blank	4	3	263		586 000 Belastungswechsel 610 000 Belastungswechsel
52	8	147	II	14			4	3	153 u. 264		
54	8	151	13	5			4	158			
50	14	197	III	15	5		3	265			

Zahlentafel Nr. 23.

Nr. der Platte	Stärke der Platte	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Betonüberdeckung der Eisenstäbe mm	Betonmischung Nr. 4	Zustand d. Eisenstäbe beim Einbetten	Grad des festgestellten Rostansatzes			Bemerkungen	
							an den Rißstellen	an anderen Stellen	veranschaulicht durch Abb. Nr.		
55	14	198	I	15	1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granulirte Hochofen-Schlacke, 4 Raumteile Gas-Schlackenschotter	mit Walzhaut	5	4	—	608 000 Belastungswechsel 614 000 Belastungswechsel 606 500 Belastungswechsel 598 000 Belastungswechsel 613 000 Belastungswechsel 615 000 Belastungswechsel	
60	8	199	II	11			5	4	—		
59	8	200		11			5	5	—		
58	8	201	11	5			5	266			
57	14	202	III	14		5	5	267 u. 268			
64	8	203	I	10		verrostet	3	3	—		606 500 Belastungswechsel 598 000 Belastungswechsel
66	8	204	II	15			2	0	—		
65	8	205	9	5			5	269 u. 270			
63	14	206	III	15			5	4	271		
70	8	207	I	11		blank	5	5	272		613 000 Belastungswechsel 615 000 Belastungswechsel
72	8	208	II	14			5	5	273		
71	8	209	10	5			5	274 u. 275			
67	14	210	III	16	5		5	276			

Zahlentafel Nr. 24.

Nr. der Platte	Stärke der Platte	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Betonüberdeckung der Eisenstäbe mm	Beton- mischung Nr. 5	Zustand d. Eisen- stäbe beim Einbetten	Grad des festgestellten Rostansatzes			Bemerkungen	
							an den Rißstellen	an anderen Stellen	veran- schaulicht durch Abb. Nr.		
78	8	211	I	13	1 Raumteil Zement, 2 Raumteile granulirte Hoch- ofen-Schlacke, 4 Raumteile Hochofen-Schlackenschotter	mit Walz- haut	3	1	—	615 000 Belastungs- wechsel 602 000 Belastungs- wechsel 604 000 Belastungs- wechsel 620 000 Belastungs- wechsel 602 500 Belastungs- wechsel 602 300 Belastungs- wechsel	
76	8	212	II	13			4	3	—		
77	8	213	III	12			5	4	277 u. 278		
73	14	214		19		3	0	—			
82	8	215	I	14		verrostet	2	0	279		
83	8	216	II	13			3	0	—		
84	8	217	III	17			3	0	—		
81	14	218		16			4	3	280		
90	8	219	I	11			blank	4	3		281
89	8	220	II	13				4	3		282
88	8	221	III	12	4	2		—			
85	14	222		20	3	2		283			

Zahlentafel Nr. 25.

Nr. der Platte	Stärke der Platte	Abbildung Nr.	Lagerungsart Nr.	Betonüberdeckung der Eisenstäbe mm	Beton- mischung Nr. 6	Zustand d. Eisen- stäbe beim Einbetten	Grad des festgestellten Rostansatzes			Bemerkungen
							an den Rißstellen	an anderen Stellen	veran- schaulicht durch Abb. Nr.	
95	8	223	I	12	1 Raumteil Zement, 4 Raumteile Lokomotivlösch- e	mit Walz- haut	4	3	284	598 000 Belastungs- wechsel 610 000 Belastungs- wechsel 592 000 Belastungs- wechsel 609 500 Belastungs- wechsel 610 000 Belastungs- wechsel 608 500 Belastungs- wechsel
96	8	224	II	14			5	3	285	
94	8	225	III	12			5	3	—	
93	14	226		19		5	0	286		
101	8	227	I	8		verrostet	3	3	—	
102	8	228	II	9			5	4	287	
100	8	229	III	8			5	4	—	
97	14	230		17			5	4	288 u. 289	
106	8	231	I	10		blank	4	4	290	
107	8	232	II	13			5	5	291	
108	8	233	III	12	5		5	292		
104	14	234		18	5		5	293		

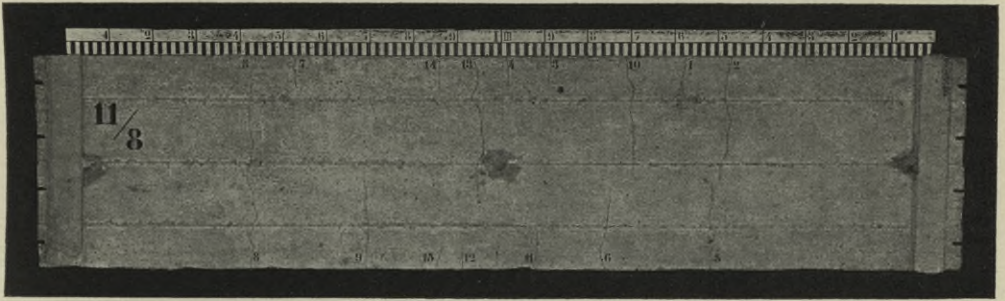


Abb. 175.

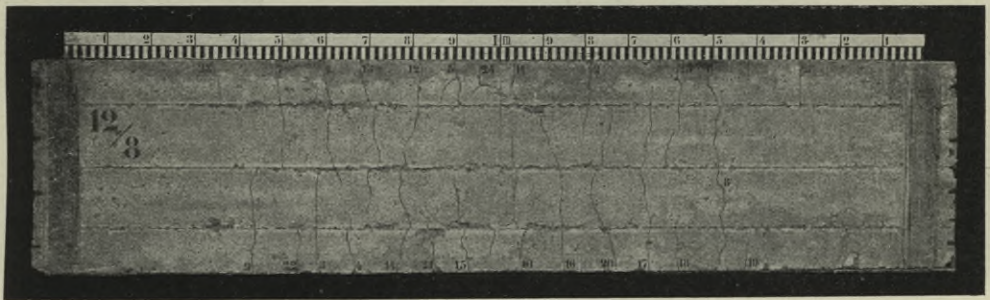


Abb. 176.

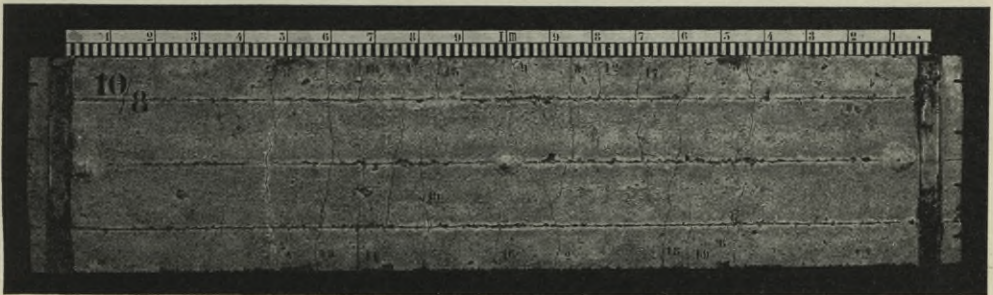


Abb. 177.

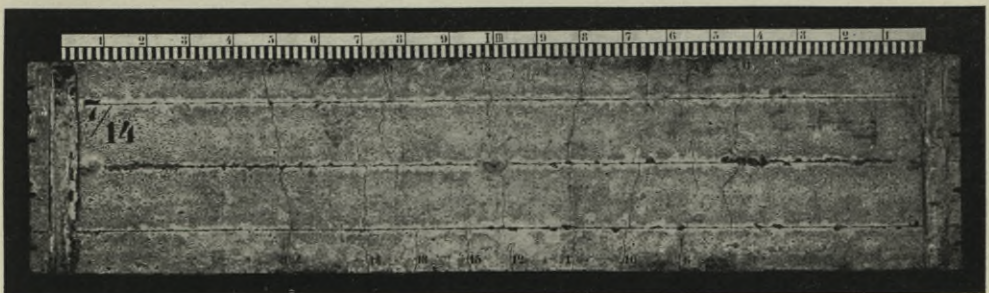


Abb. 178.

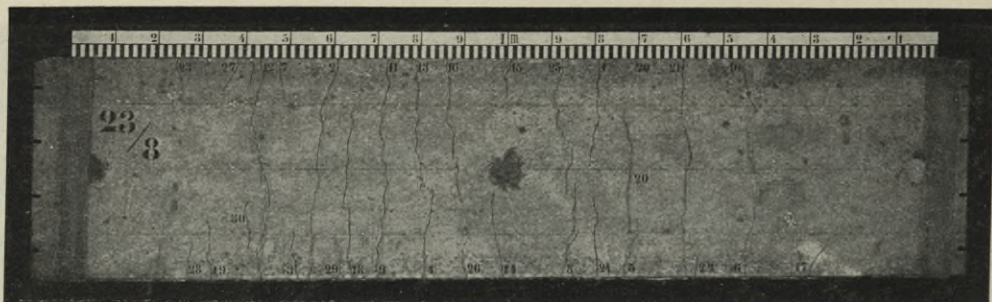


Abb. 179.

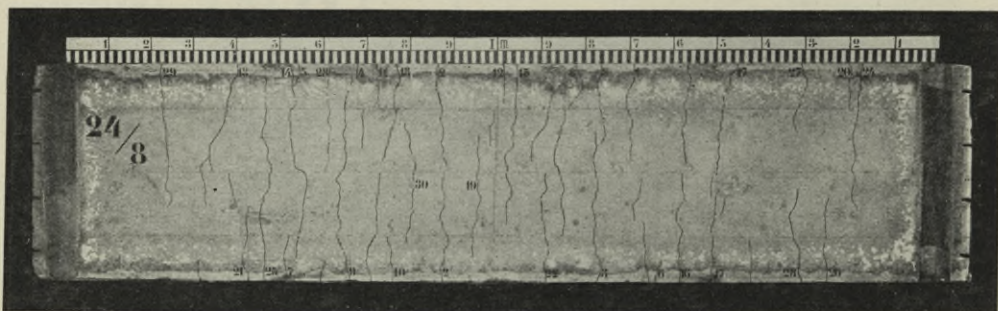


Abb. 180.

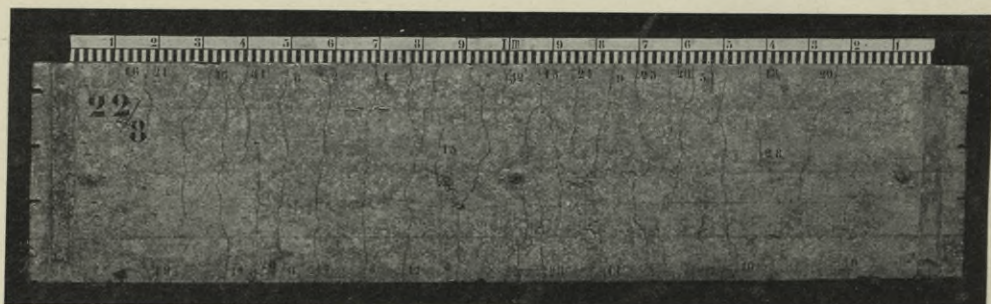


Abb. 181.

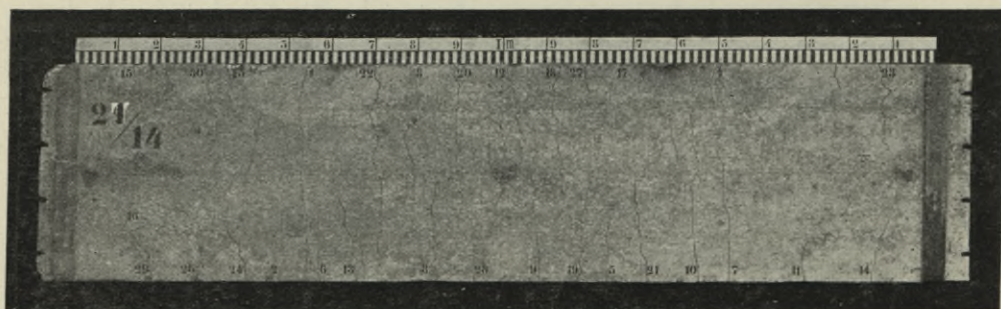


Abb. 182.

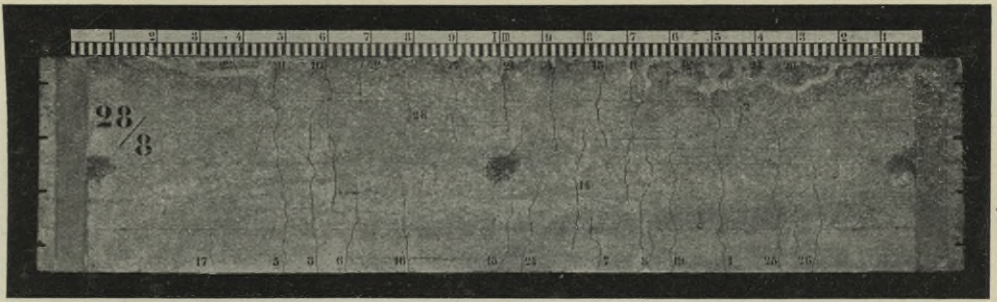


Abb. 183.

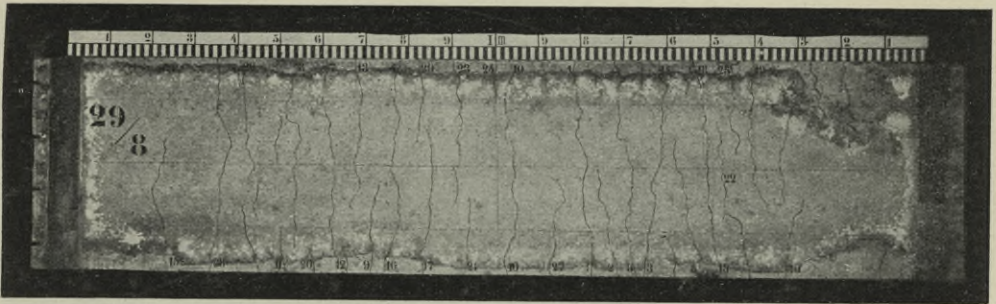


Abb. 184.

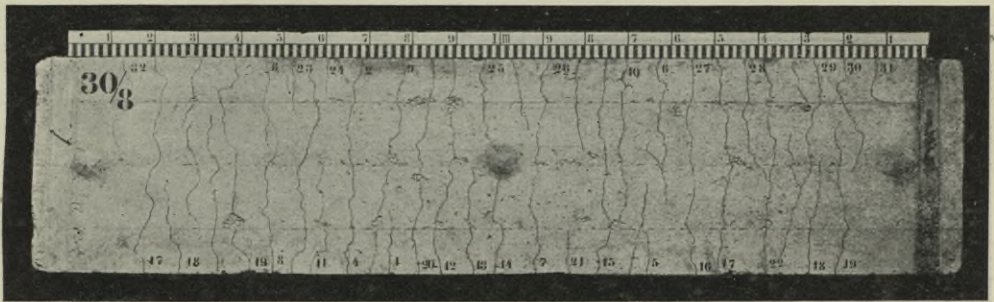


Abb. 185.

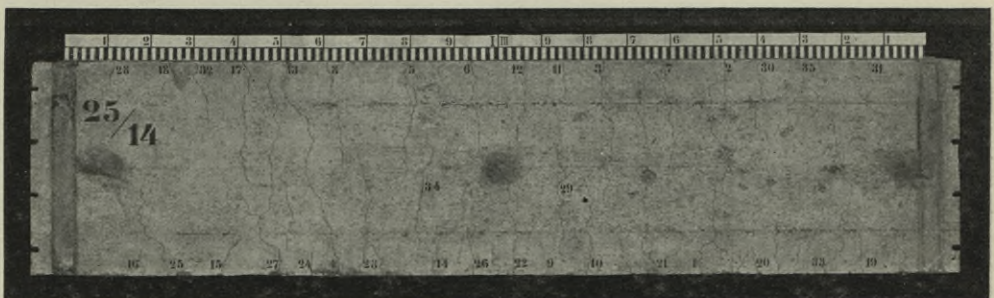


Abb. 186.

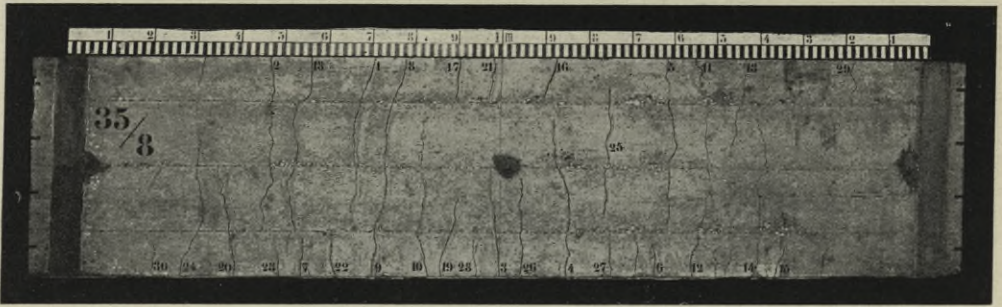


Abb. 187.

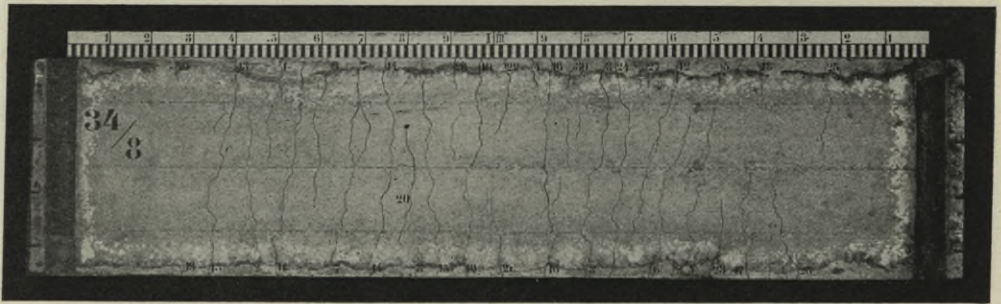


Abb. 188.

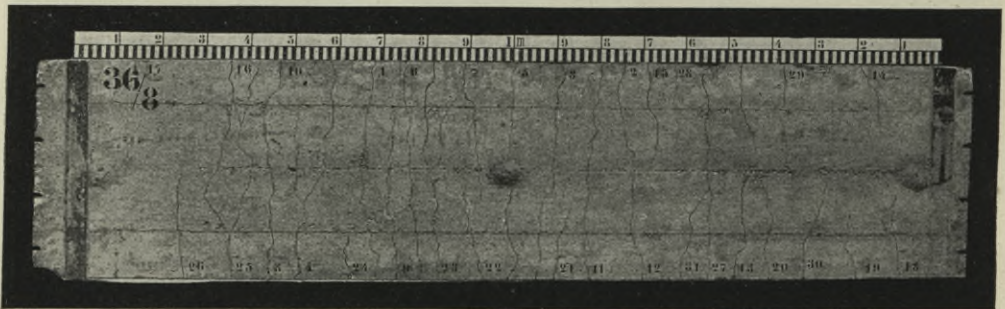


Abb. 189.

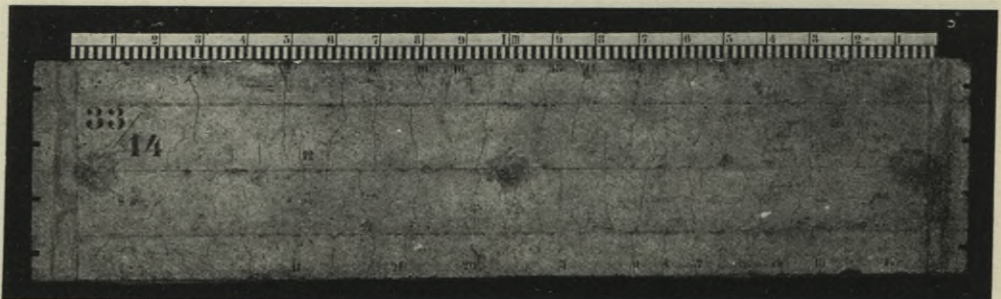


Abb. 190.

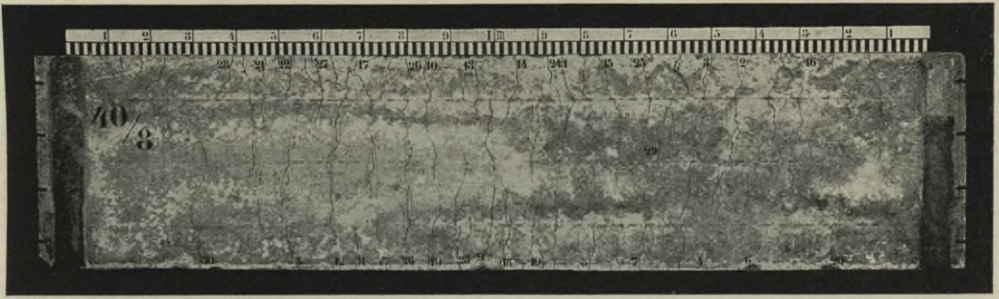


Abb. 191.

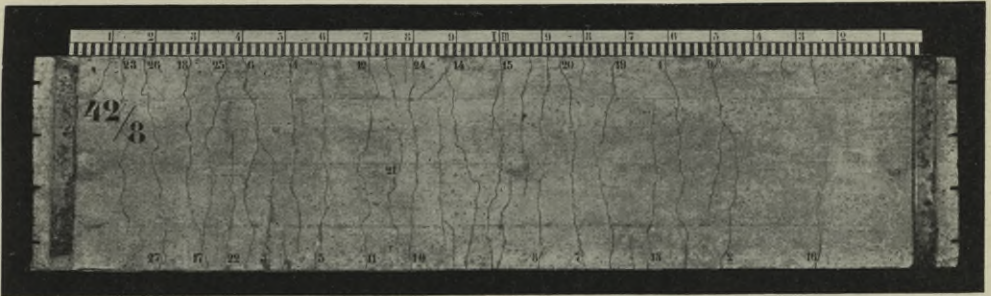


Abb. 192.

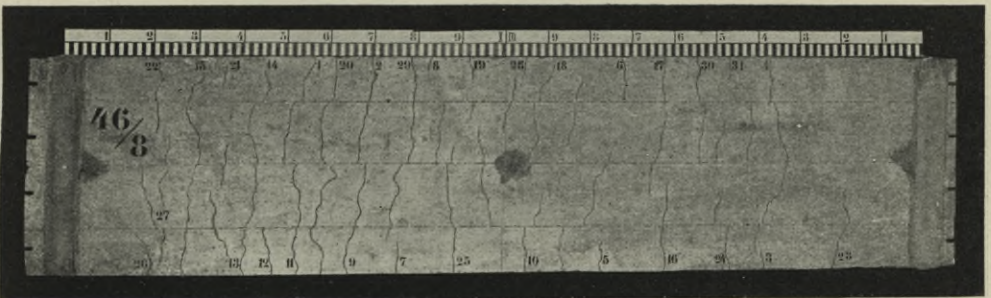


Abb. 193.

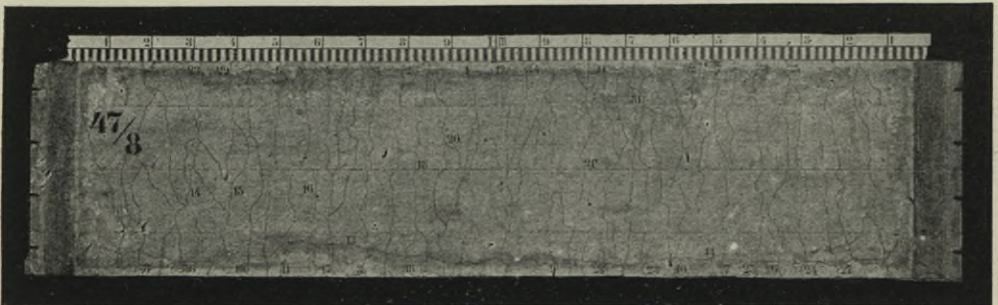


Abb. 194.

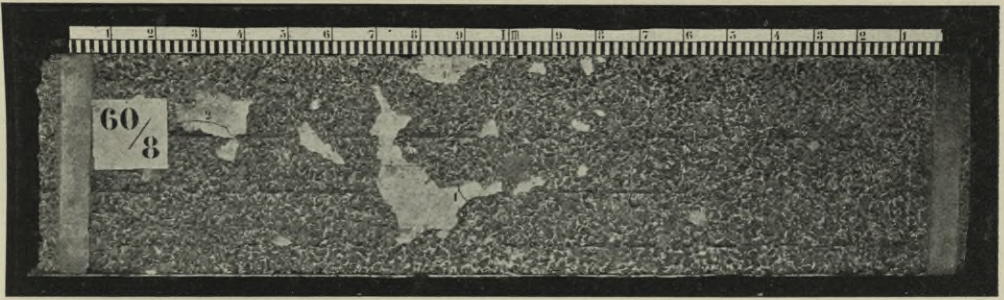


Abb. 199.

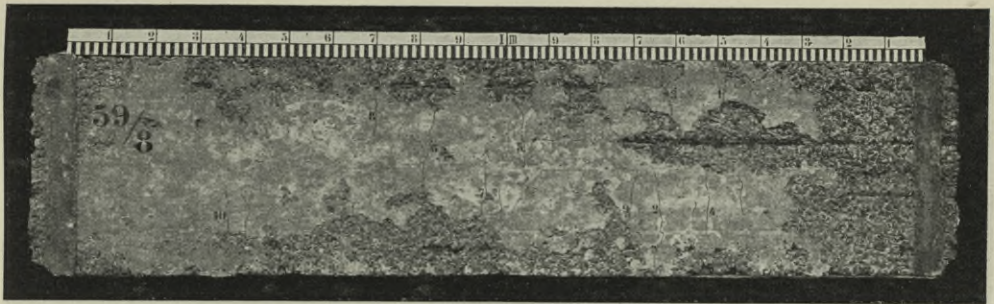


Abb. 200.

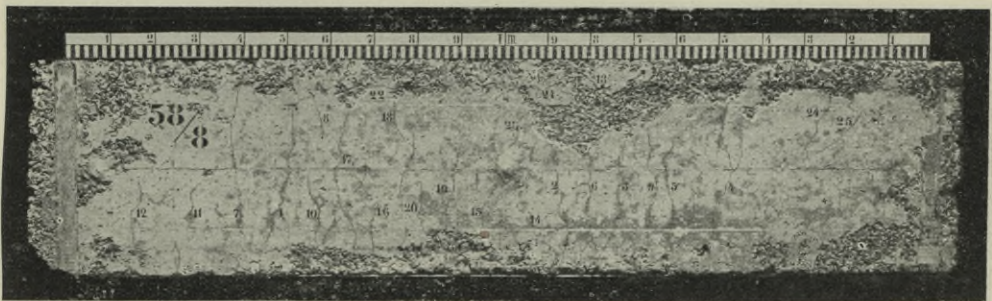


Abb. 201.



Abb. 202.

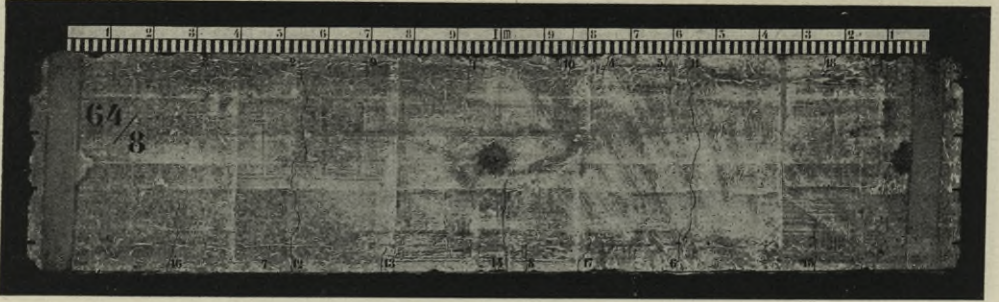


Abb. 203.

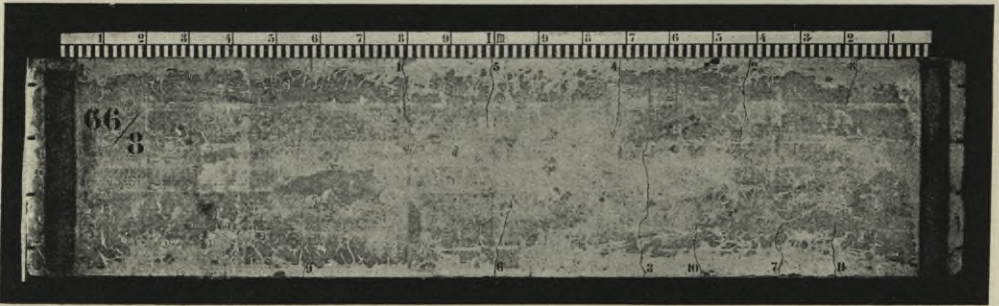


Abb. 204.

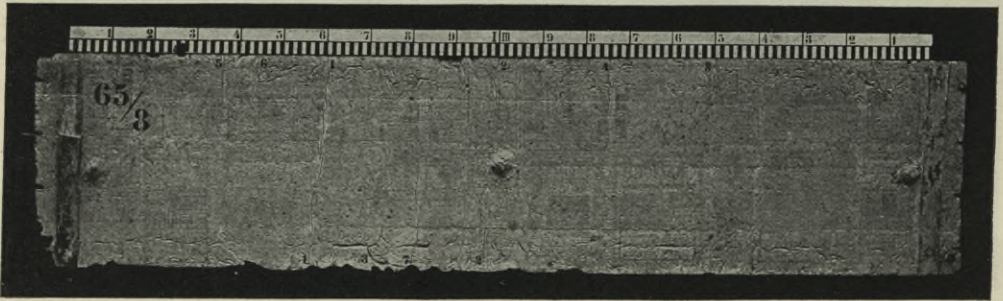


Abb. 205.

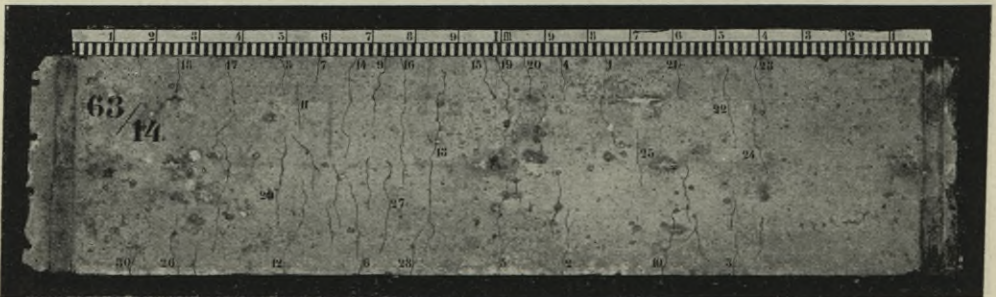


Abb. 206.

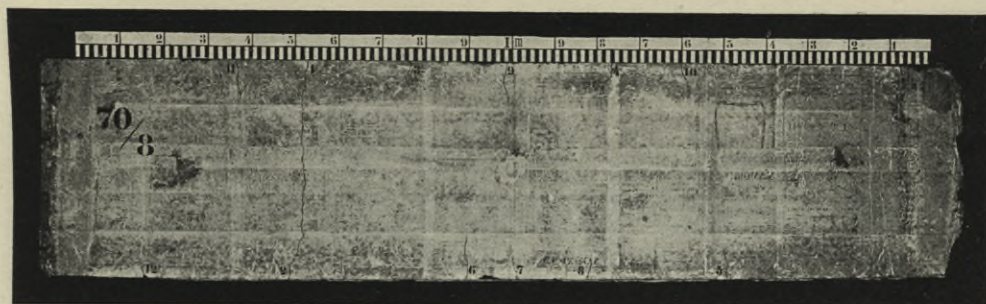


Abb. 207.

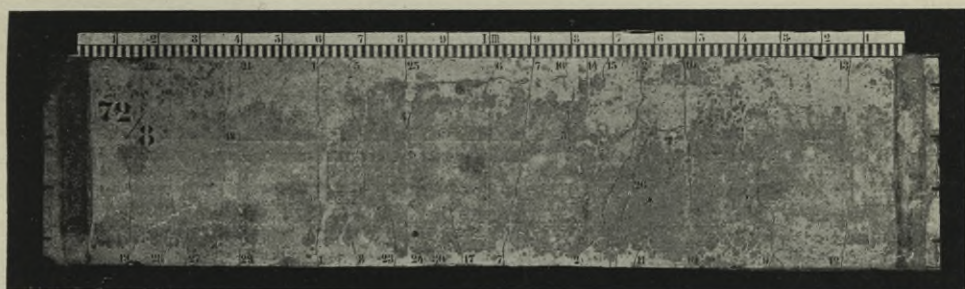


Abb. 208.

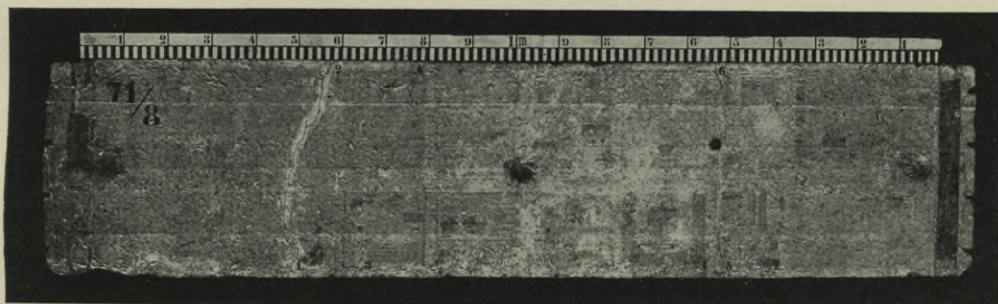


Abb. 209.

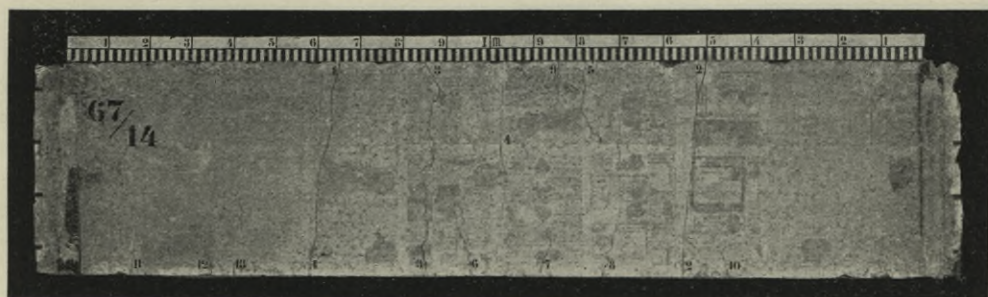


Abb. 210.

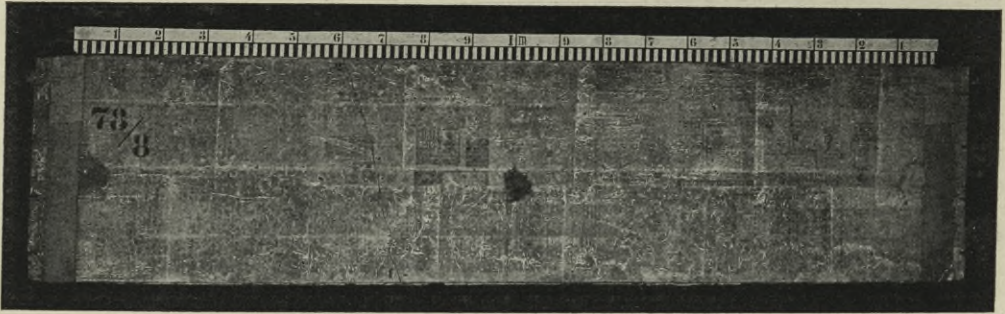


Abb. 211.

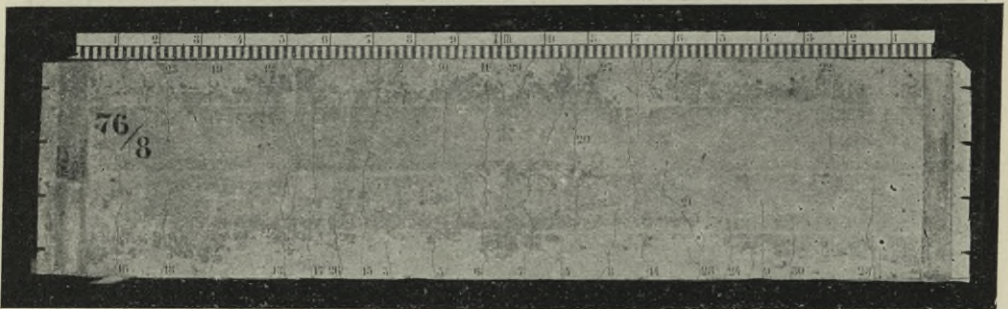


Abb. 212.

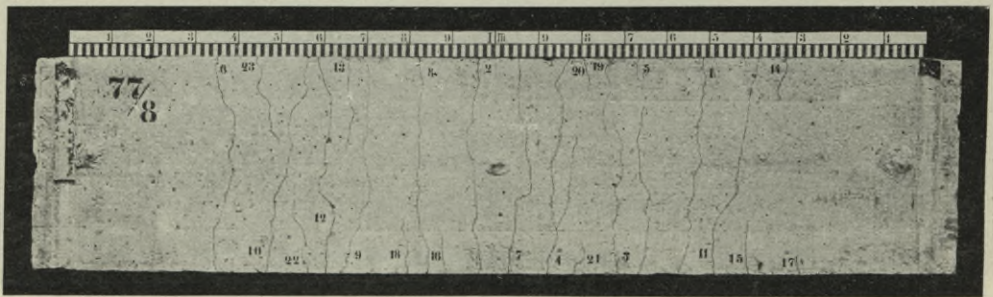


Abb. 213.

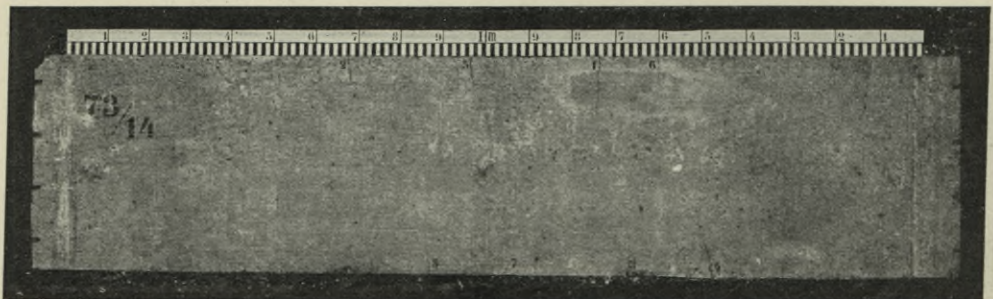


Abb. 214.

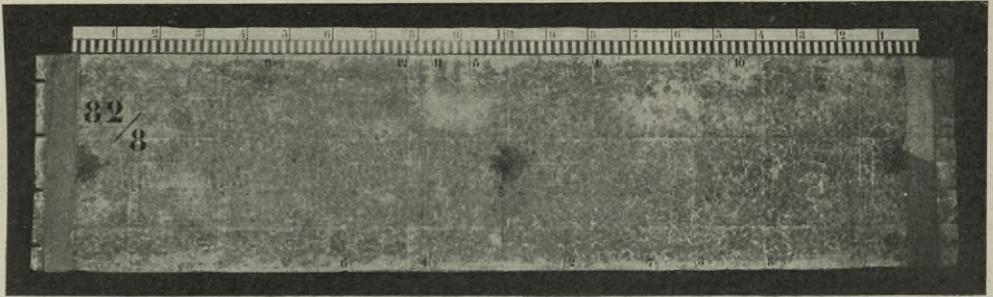


Abb. 215.

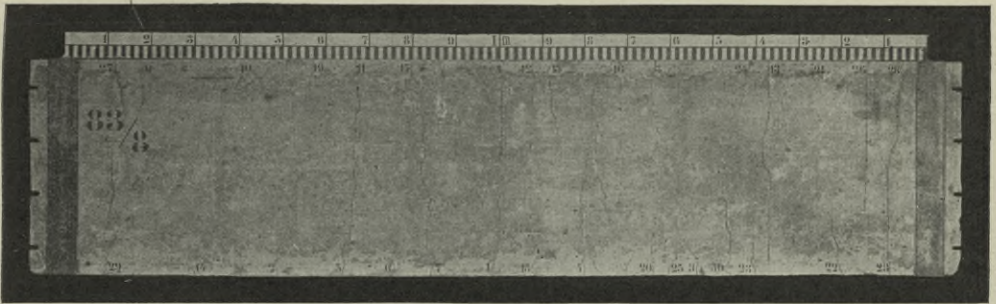


Abb. 216.

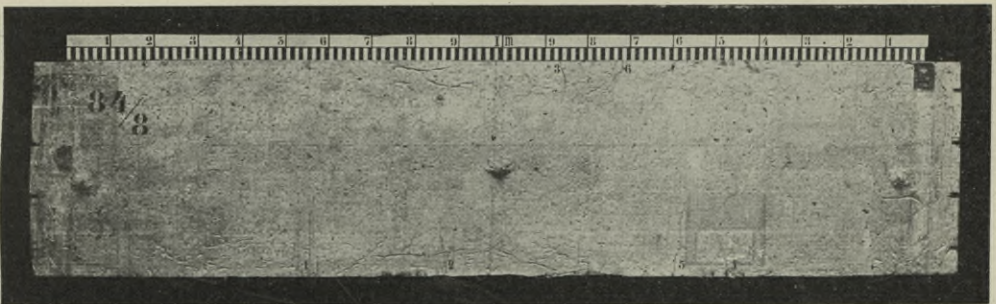


Abb. 217.

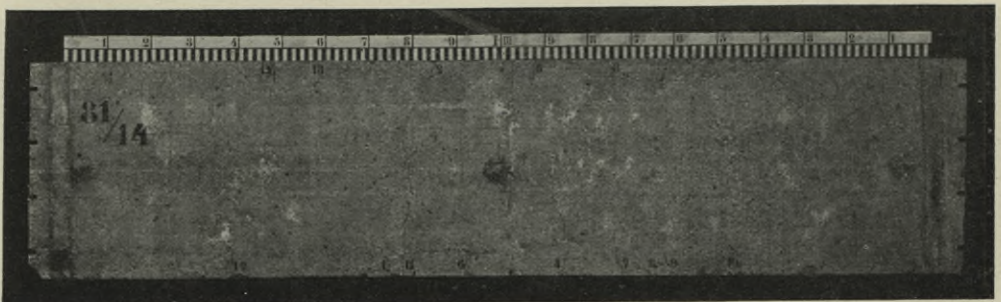


Abb. 218.

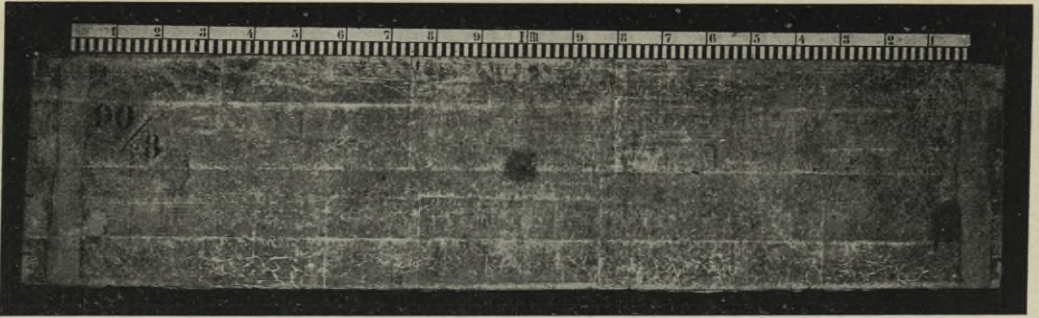


Abb. 219.

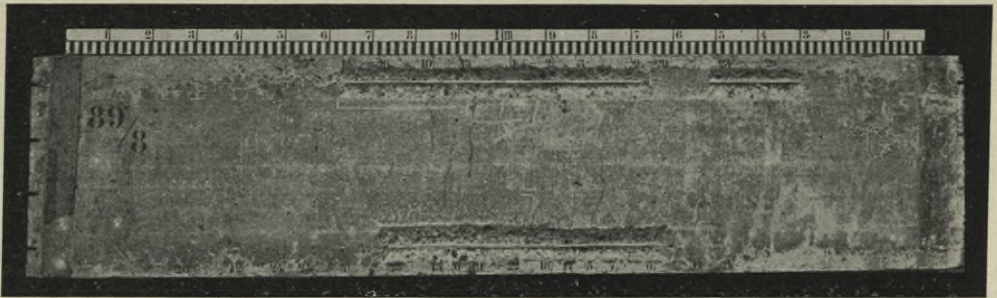


Abb. 220.

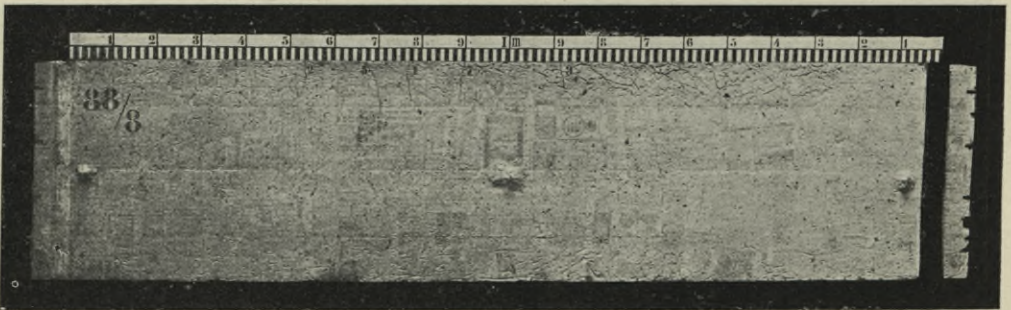


Abb. 221.

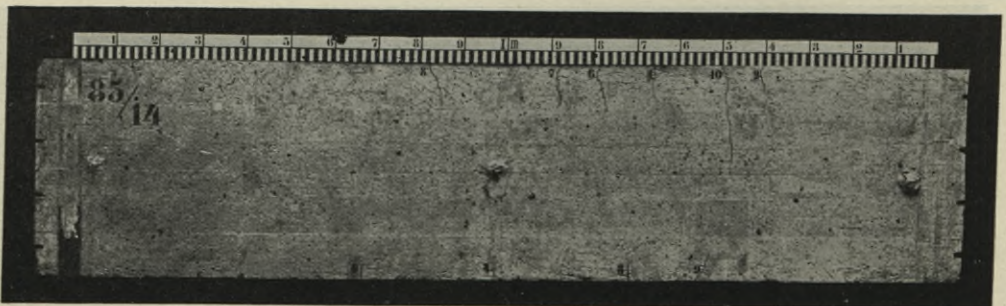


Abb. 222.

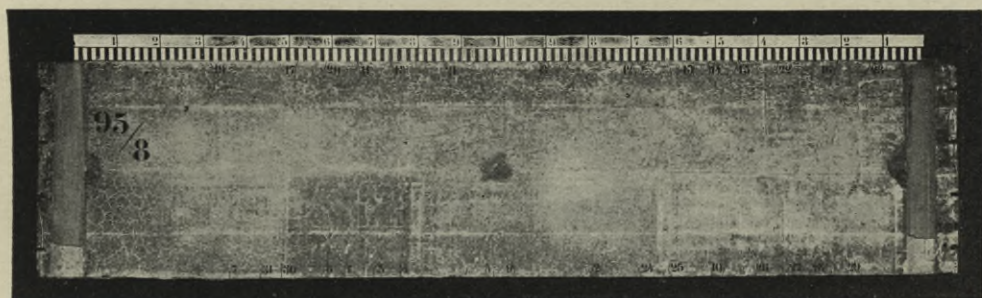


Abb. 223.

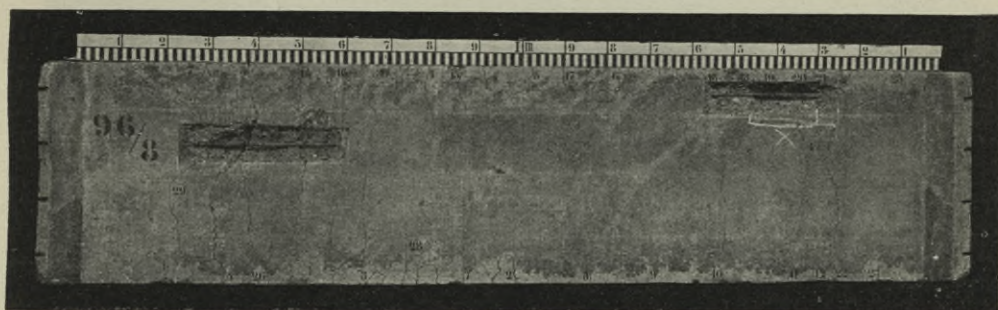


Abb. 224.

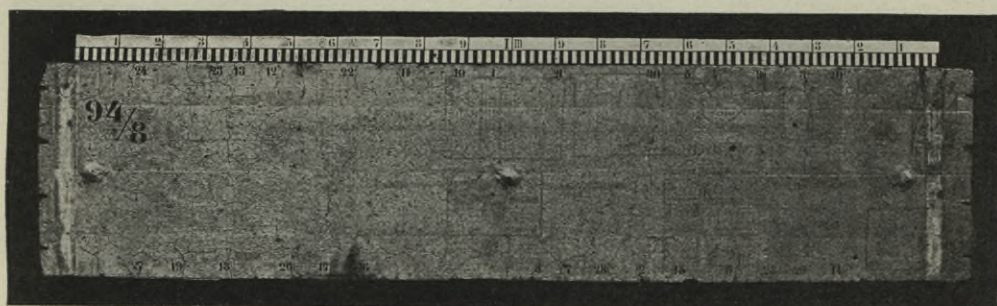


Abb. 225.

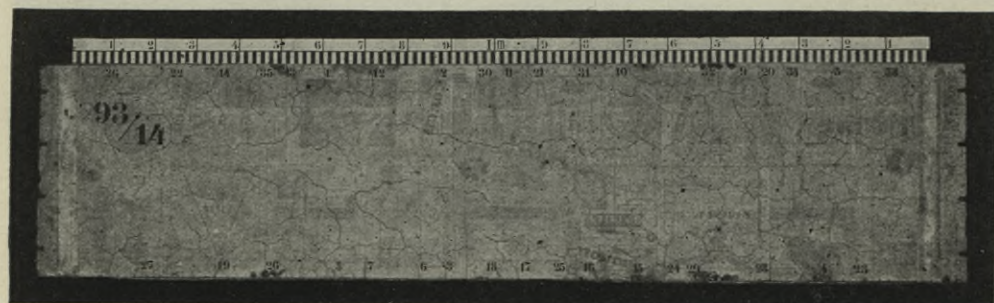


Abb. 226.

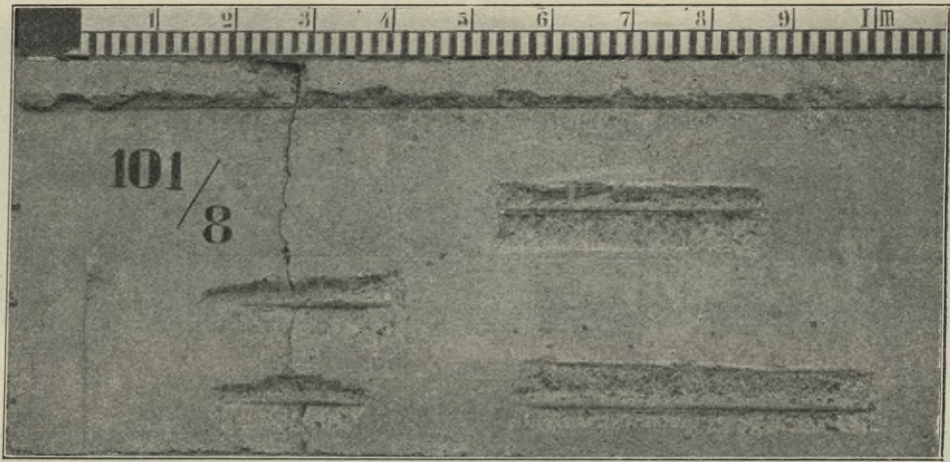


Abb. 227.

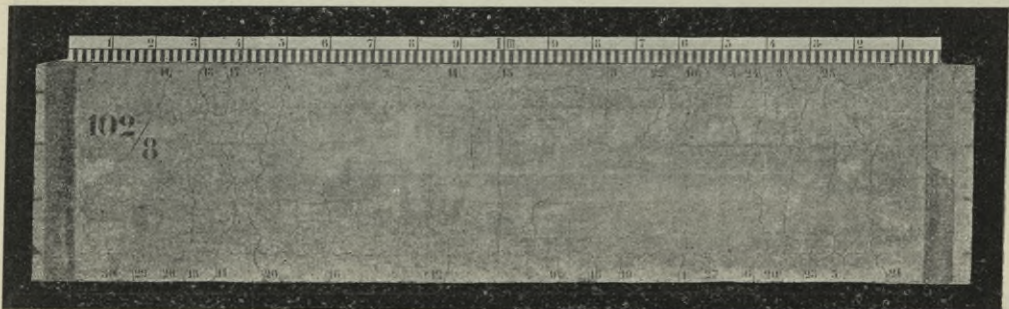


Abb. 228.

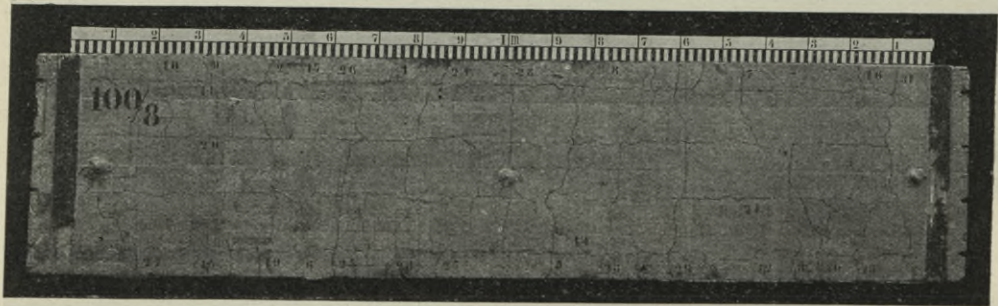


Abb. 229.

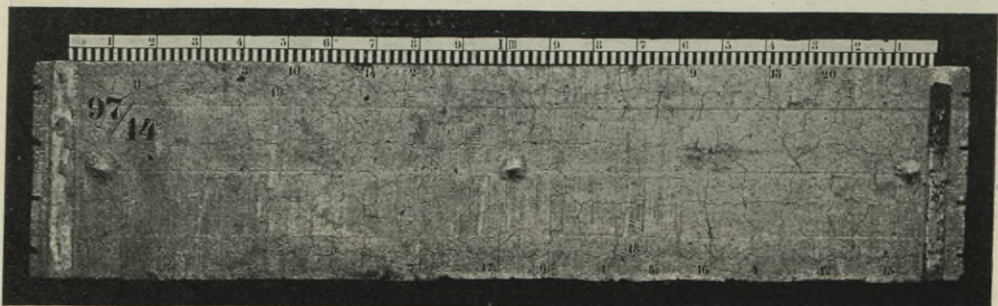


Abb. 230.

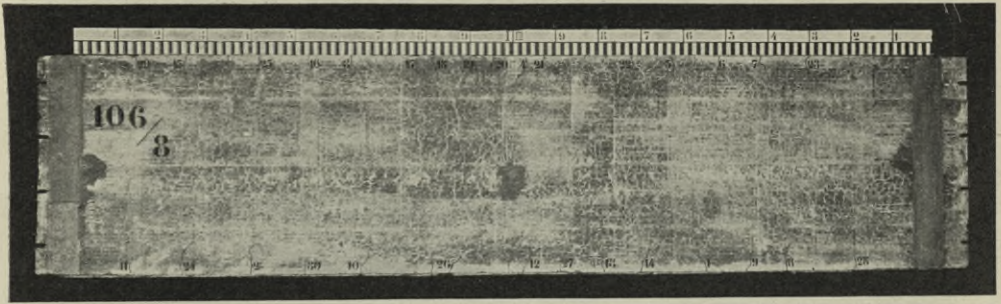


Abb. 231.

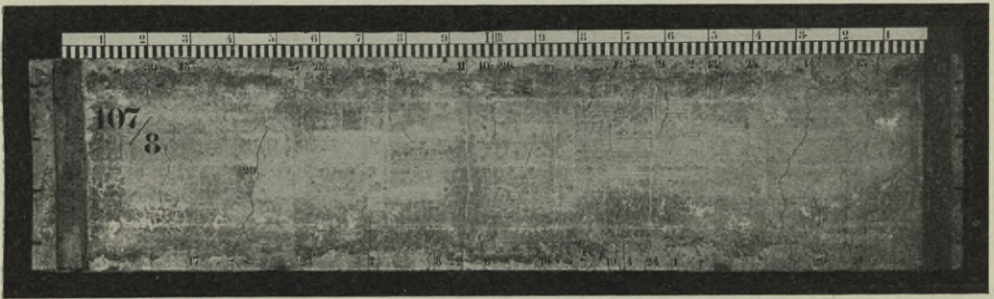


Abb. 232.

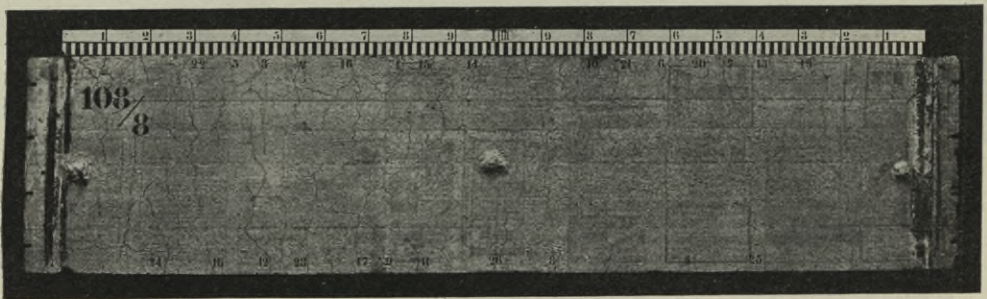


Abb. 233.

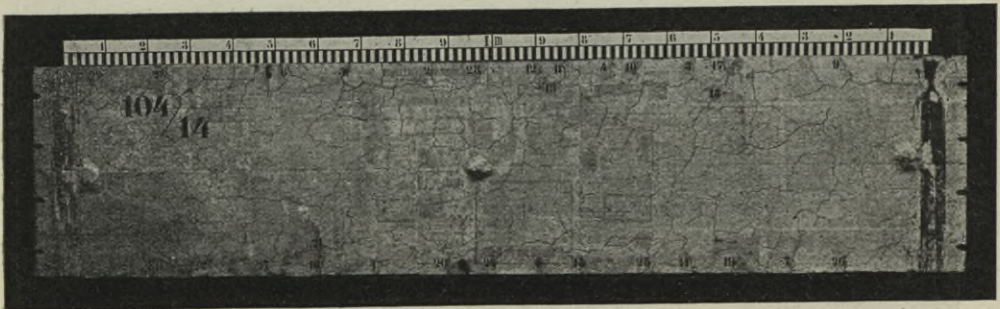


Abb. 234.



Abb. 235. Freigelegtes Eisen bei Riß 8 der Platte 11.
Das Eisen war verrostet eingelegt, neuer Rostansatz ist nicht entstanden.

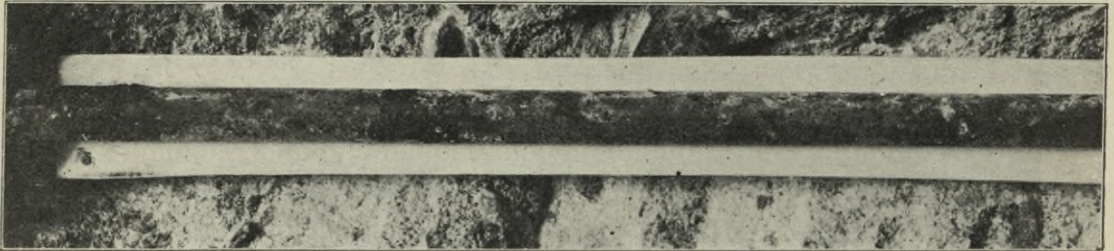


Abb. 236. Freigelegtes Eisen bei Riß 2 der Platte 10.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 auf.

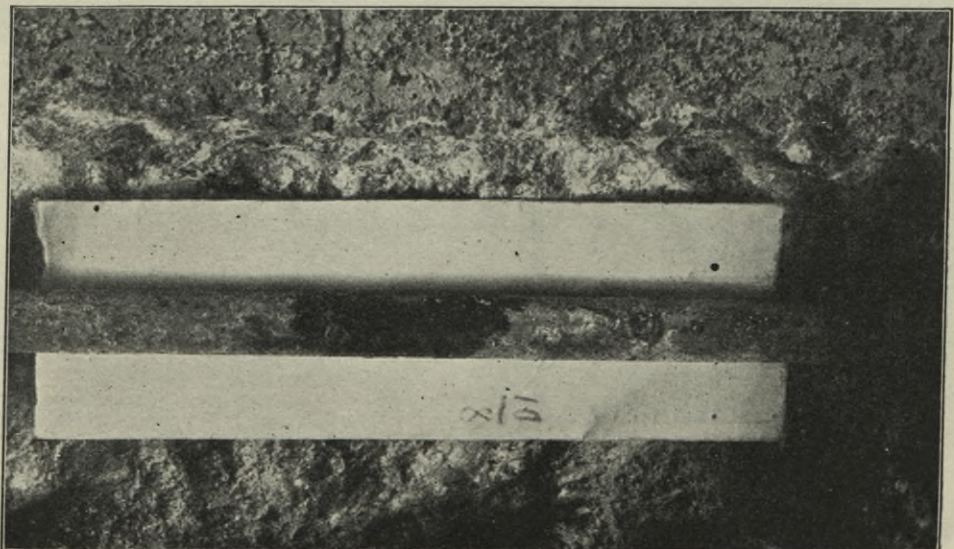


Abb. 237. Freigelegtes Eisen bei Riß 4 der Platte 10.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 auf.

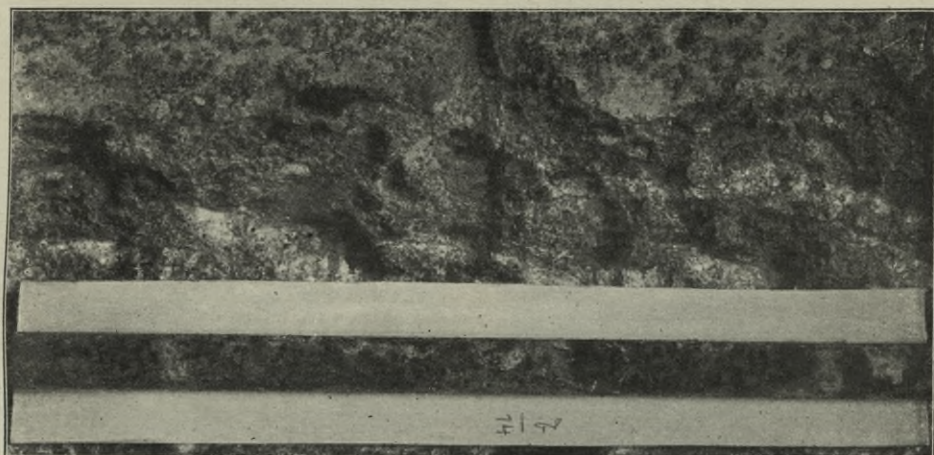


Abb. 238. Freigelegtes Eisen bei Riß 4 der Platte 7.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 auf.

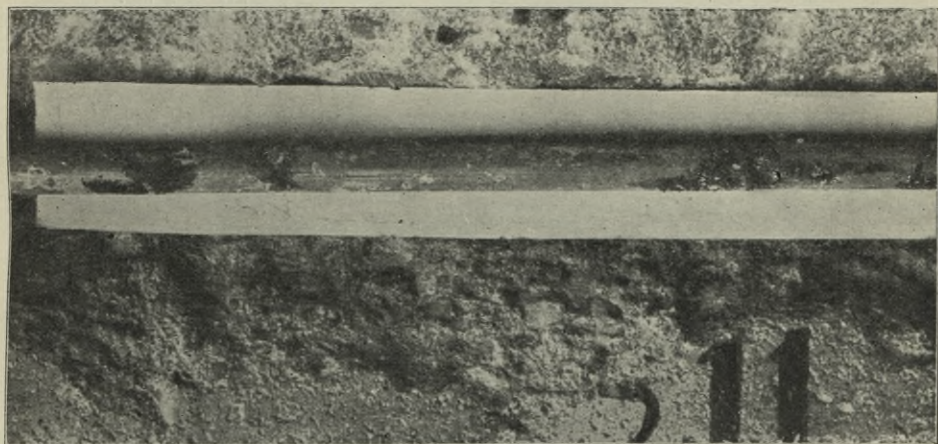


Abb. 239. Freigelegtes Eisen bei Riß 11 der Platte 17.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 und 3 auf.

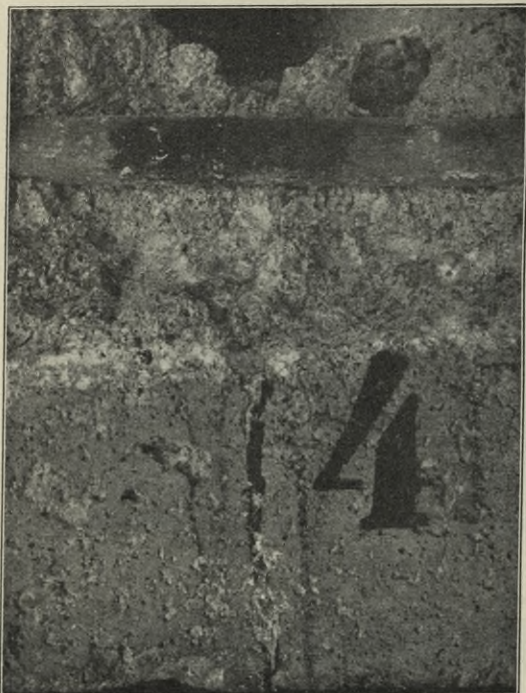


Abb. 240. Freigelegtes Eisen der Platte 17.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der
Stärke 4 auf.

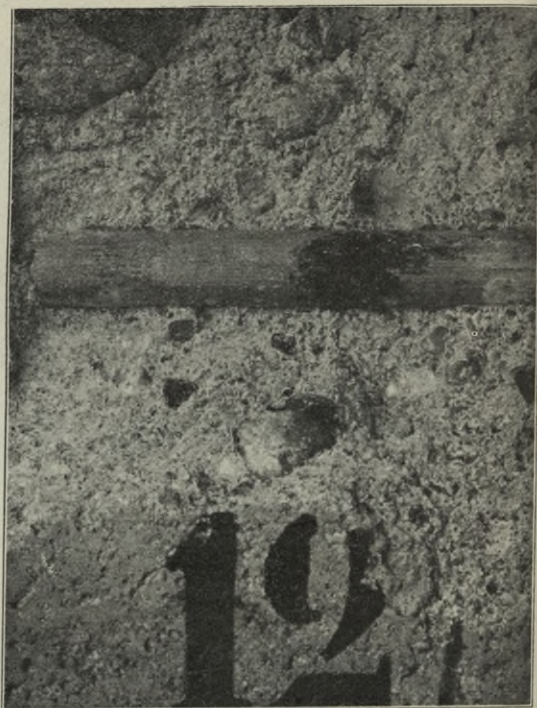


Abb. 241. Freigelegtes Eisen der Platte 17.
Das blank eingelassene Eisen weist Rostansatz der
Stärke 4 auf.

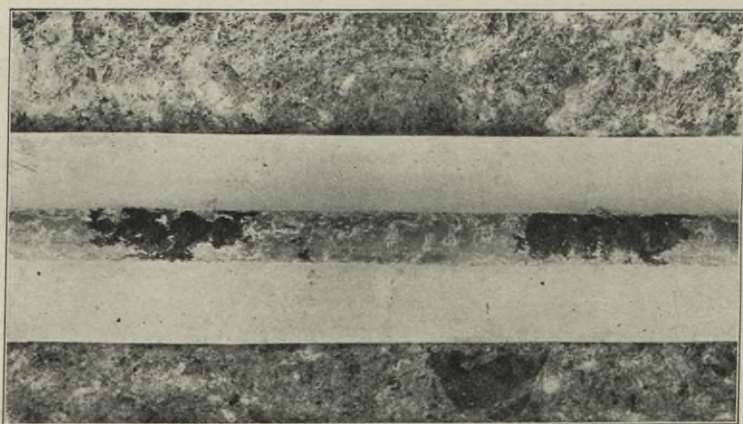


Abb. 242. Freigelegtes Eisen der Platte 18 zwischen Riß 4 und 9.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 auf.

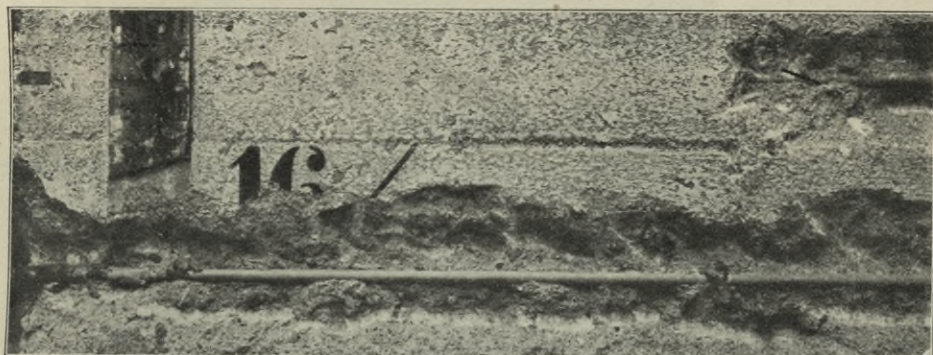


Abb. 243.

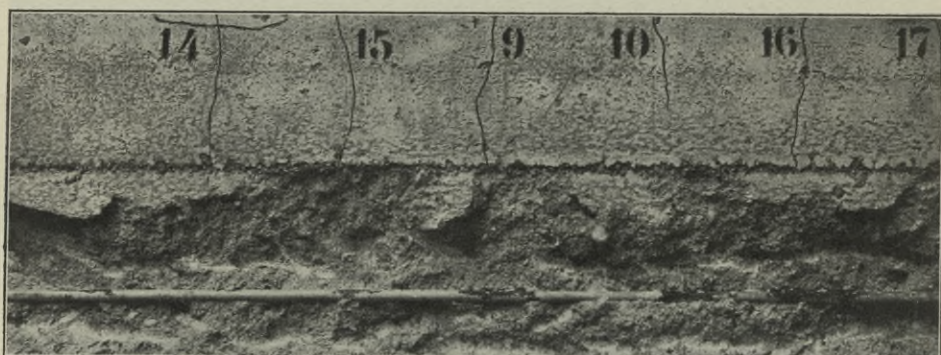


Abb. 244.

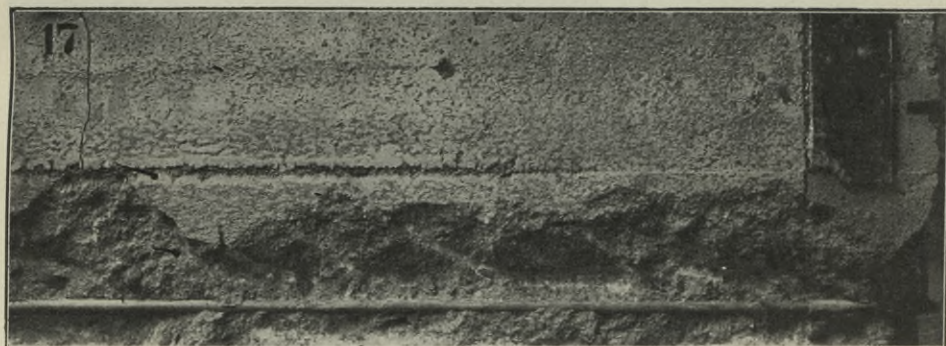


Abb. 245.

Abb. 243—245. Freigelegtes zweites Eisen der Platte 16 (s. Abb. 149 S. 67). Das blank eingebettete Eisen weist nicht nur an den über die ganze Plattenbreite durchgehenden Rissen 1—2 und 8—16, sondern auch in der Verlängerung der kurzen Risse 15, 9 und 10 Rostansatz der Stärke 4 auf.

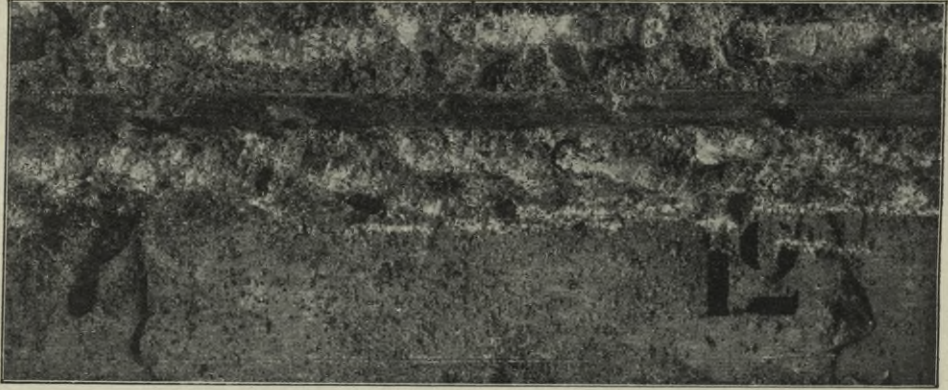


Abb. 246.

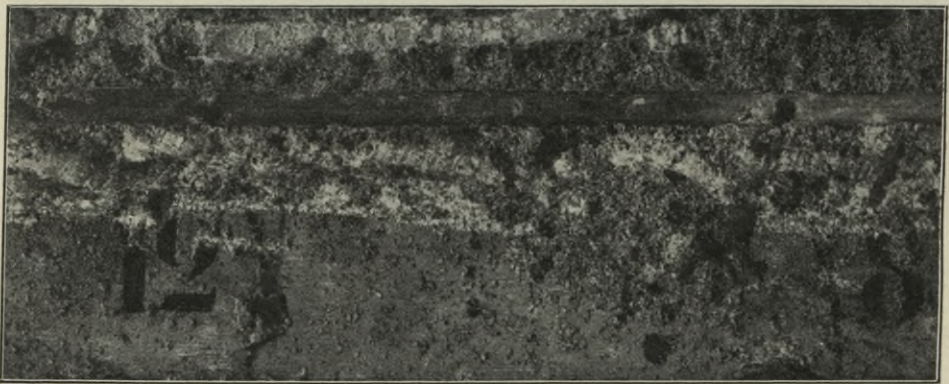


Abb. 247.

Abb. 246 und 247. Freigelegtes Eisen der Platte 16 zwischen Riß 7 und 8.
An den Rißstellen Rostansatz der Stärke 4, zwischen Riß 7 und 12 ebenfalls Rostansatz.

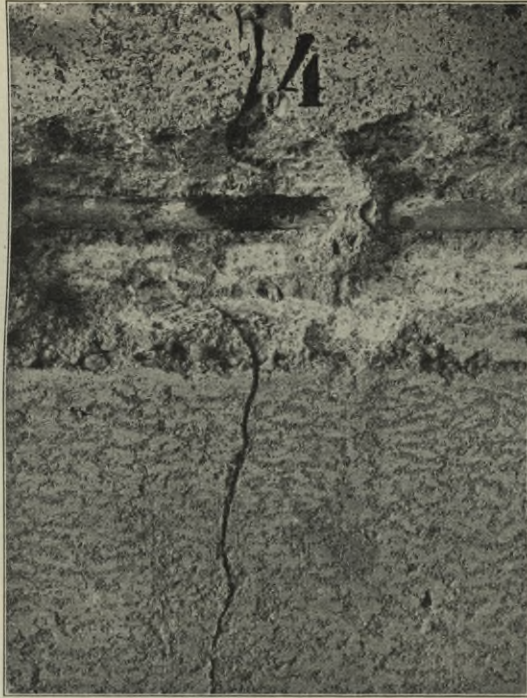


Abb. 248. Freigelegtes Eisen bei Riß 4 der Platte 15.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.

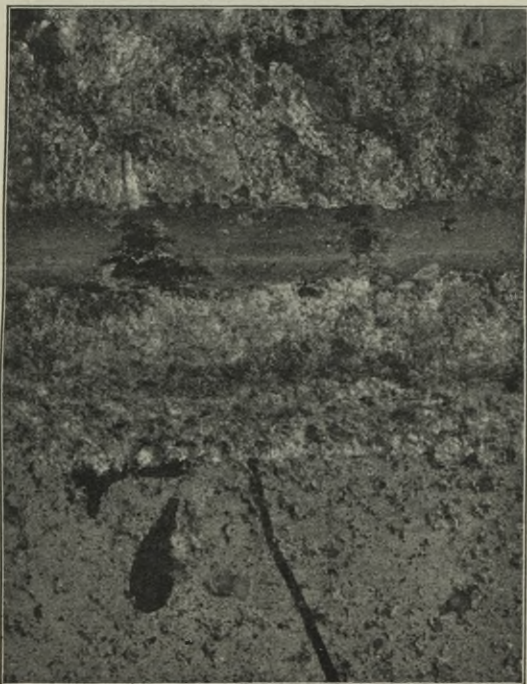


Abb. 249. Freigelegtes Eisen bei Riß 7 der Platte 15.
Obgleich der sichtbare Riß nicht bis an das Eisen heranreichte (s. Abb. 148), weist das Eisen
an zwei Stellen Rostansatz der Stärke 3 auf.

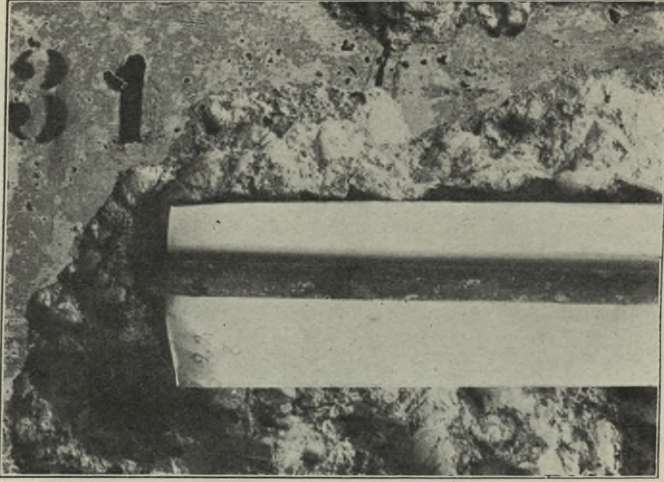


Abb. 250. Freigelegtes Eisen bei Riß 6 der Platte 22 (Abb. 181).

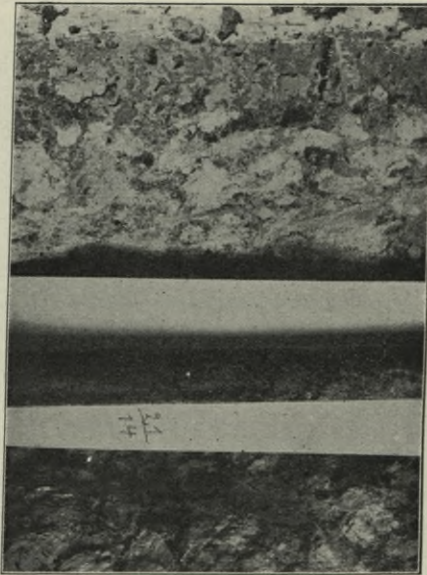


Abb. 251. Freigelegtes Eisen bei Riß 8 der Platte 21.

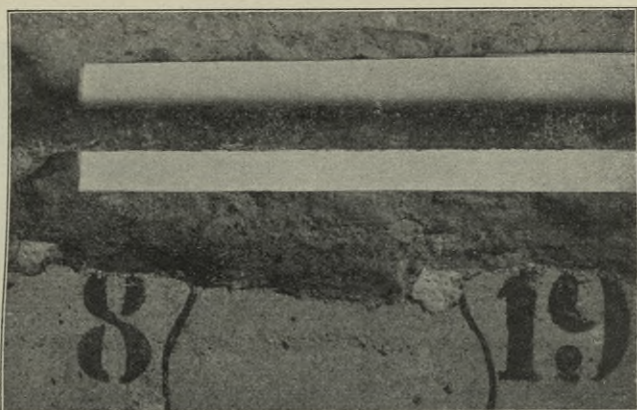
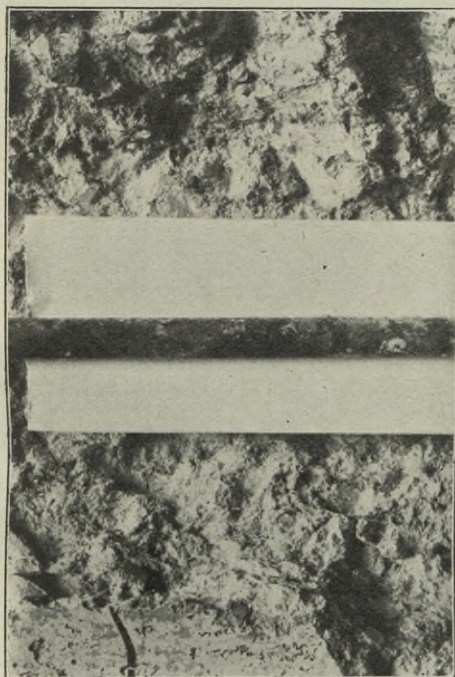
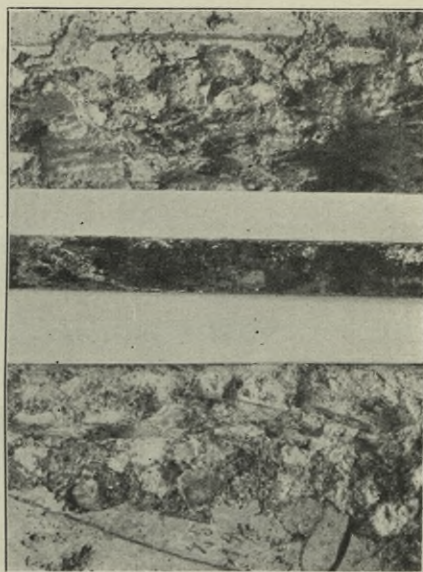


Abb. 252. Freigelegtes Eisen zwischen Riß 8 und 19 der Platte 28.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 3 auf.



↑
Riß 5.

Abb. 253. Freigelegtes mittleres Eisen bei
Riß 5 und 6 der Platte 30.



↑
Riß 1.

Abb. 254. Freigelegtes mittleres Eisen bei
Riß 1 der Platte 25.



Abb. 255. Freigelegtes Eisen zwischen Riß 10 und 28 der Platte 35.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 2 auf.

Riß 4.



Riß 1.

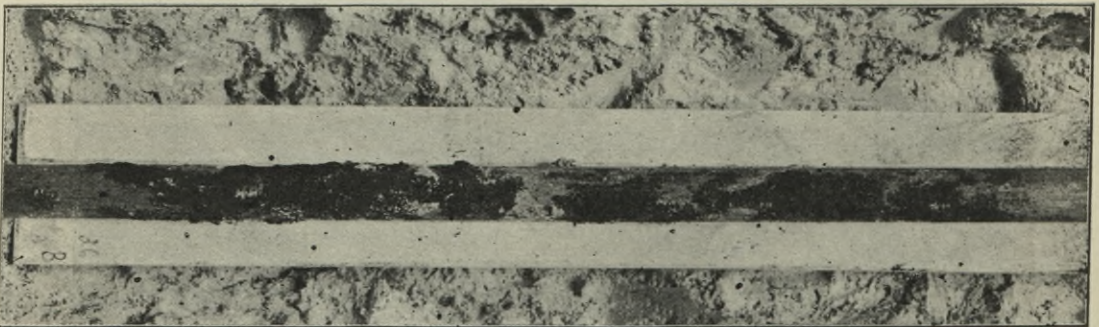


Abb. 256. Freigelegtes äußeres Eisen zwischen Riß 1 und 4 der Platte 36.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 auf.

Riß

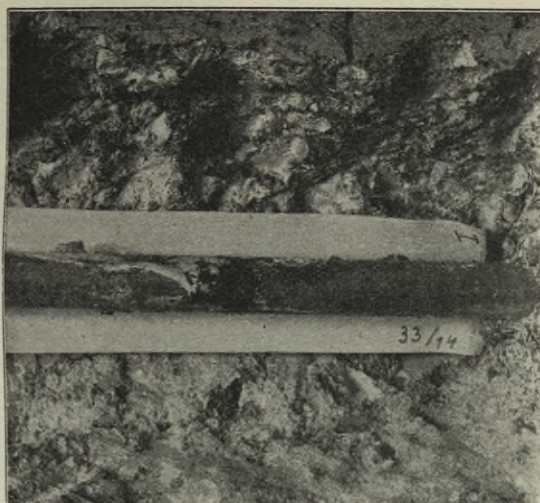


Abb. 257. Freigelegtes Eisen bei dem links vom Riß 8 verlaufenden Risse der Platte 33 (Abb. 190).
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 3 auf.

Riß 13.



Riß 14.



Abb. 258. Freigelegtes äußeres Eisen bei Riß 13 und 14 der Platte 40.
Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.

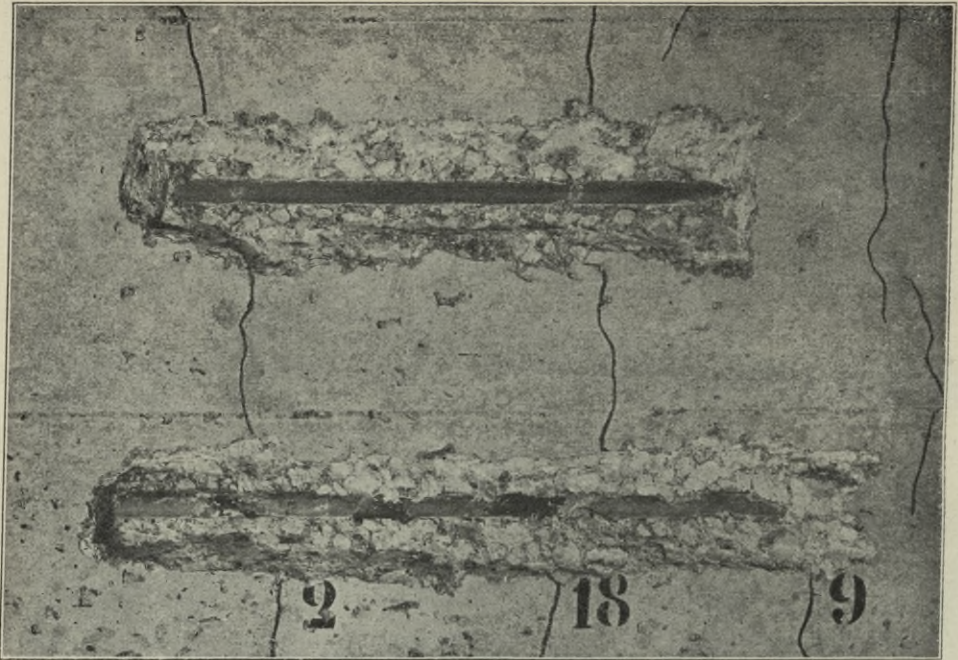


Abb. 259. Freigelegtes äußeres und mittleres Eisen der Platte 37.
Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 2—4 auf.

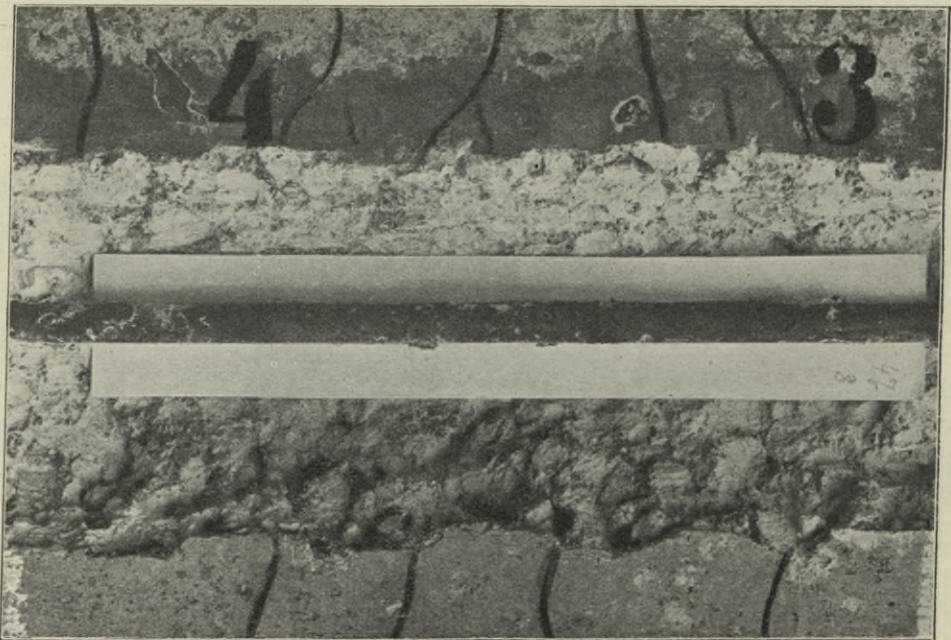


Abb. 260. Freigelegtes Eisen der Platte 47 zwischen Riß 3 und 4.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 auf.

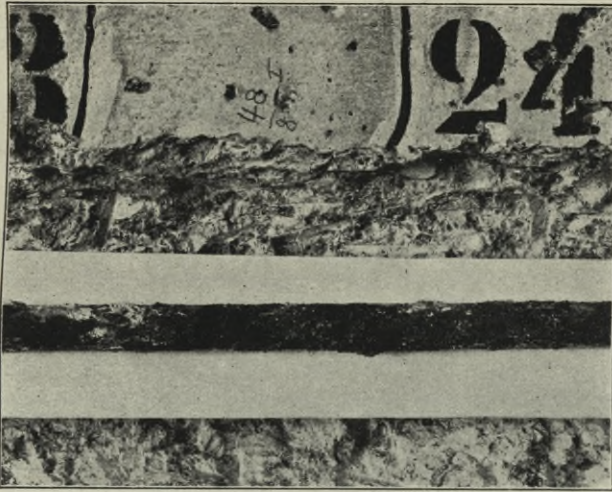


Abb. 261. Freigelegtes Eisen der Platte 48 zwischen Riß 13 und 24. Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 auf.

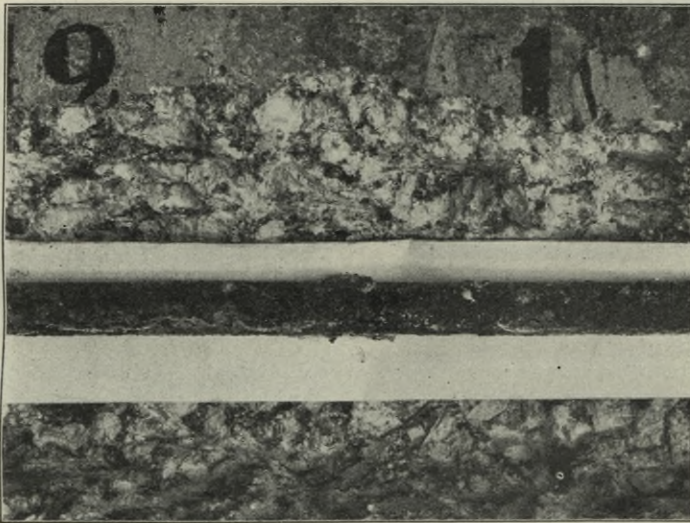


Abb. 262. Freigelegtes Eisen der Platte 43. zwischen Riß 1 und 12. Erscheinung wie bei Abb. 261.

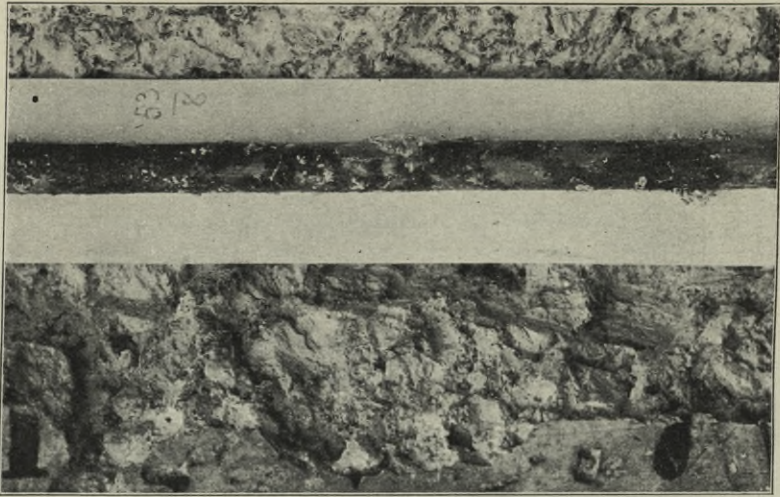


Abb. 263. Freigelegtes Eisen der Platte 53 zwischen Riß 1 und 7.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 auf.

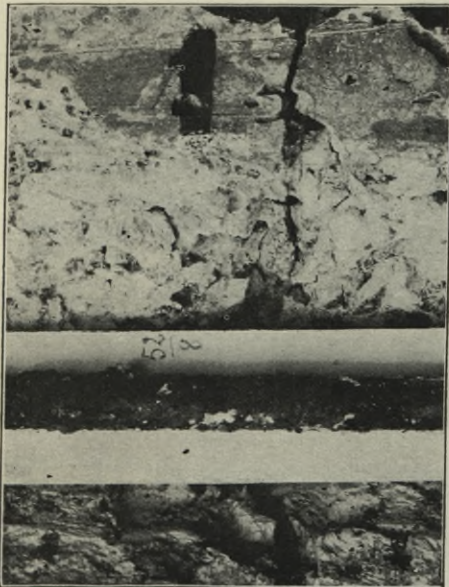


Abb. 264. Freigelegtes Eisen der Platte 52
bei Riß 1.
Erscheinung wie Abb. 263.

Riß 8.

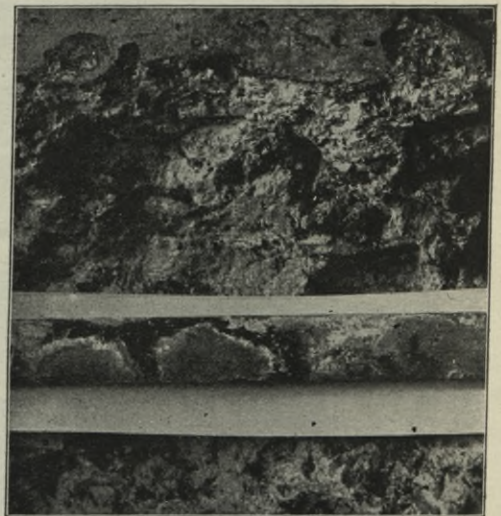


Abb. 265. Freigelegtes Eisen der Platte 50
zwischen Riß 8 und 10. | !
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz
der Stärke 5 auf.

Riß 17.

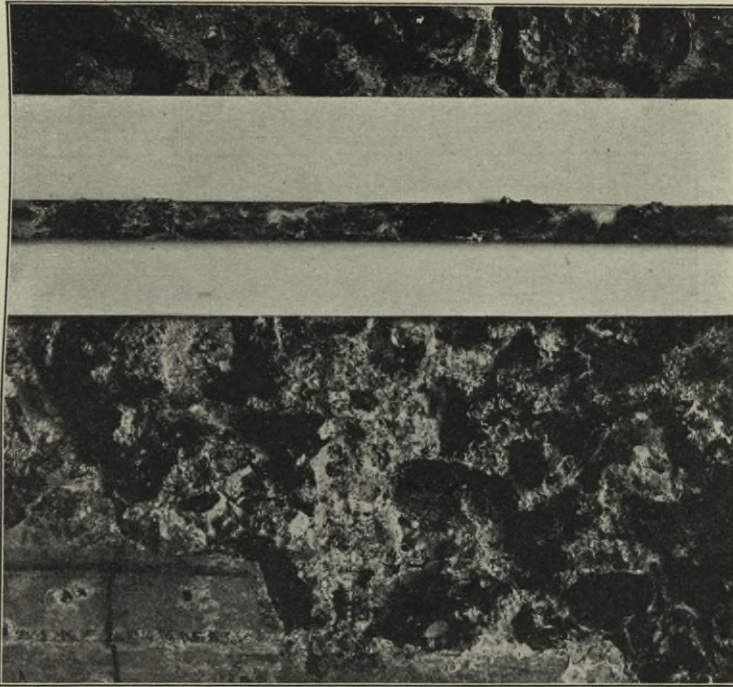
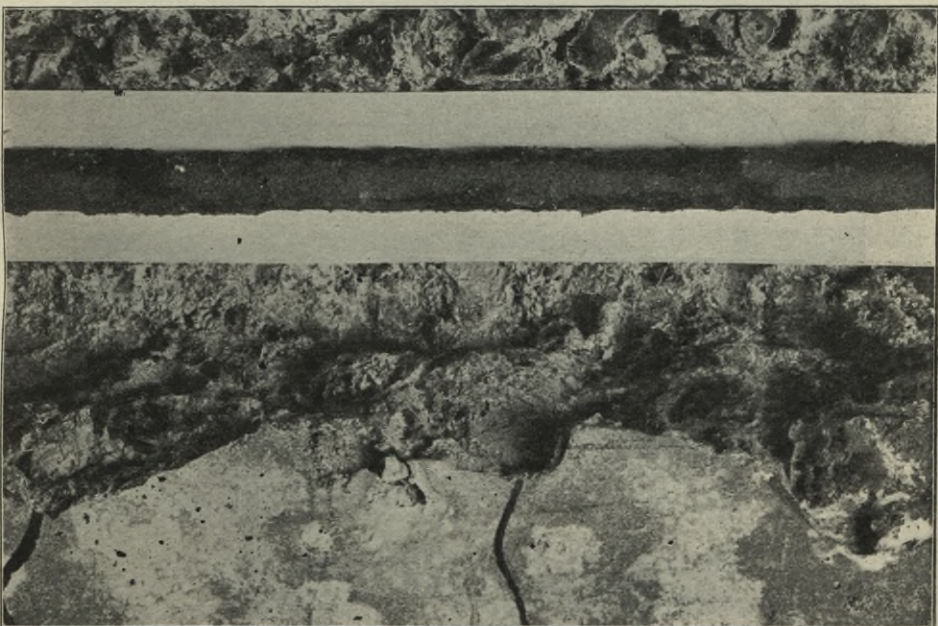


Abb. 266. Freigelegtes mittleres Eisen der Platte 58 zwischen Riß 17 und 18.
Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.



↑
Riß 9.

Abb. 267. Freigelegtes äußeres Eisen der Platte 57 zwischen Riß 7 und 10.
Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist durchweg Rostansatz der Stärke 5 auf. Die Dicke
der Rostschicht beträgt bis zu 2 mm.
Zu beachten sind die an dieser Stelle der Platte 57 (s. Abb. 202) vorhandenen porösen Stellen.

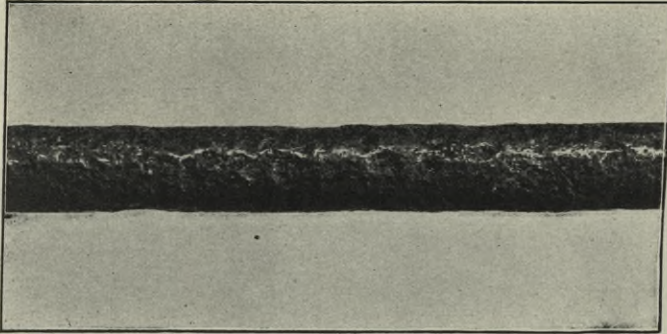


Abb. 268. Wirkung des Rostes auf die Eiseneinlagen.
Eisenstab von 10 mm Dicke aus der Platte 57 nach Entfernen des losen Rostes.

Riß 1.

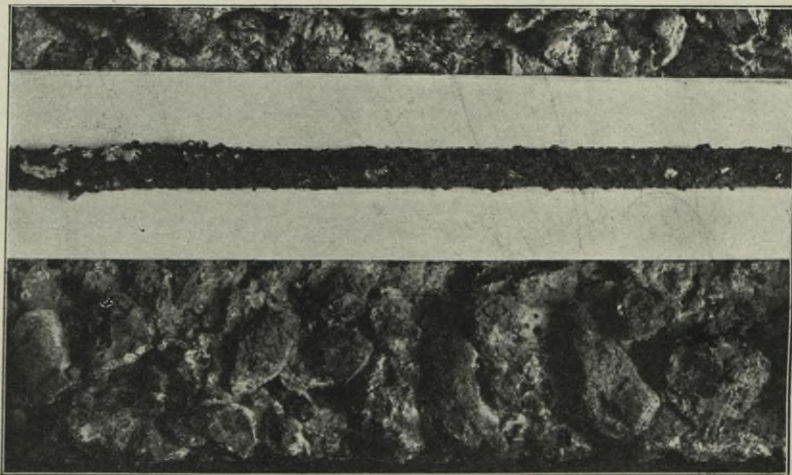


Abb. 269. Freigelegtes äußeres Eisen der Platte 65 bei Riß 1.
Das verrostet eingebettete Eisen weist durchweg neuen Rostansatz der Stärke 5 auf.

Riß 2.

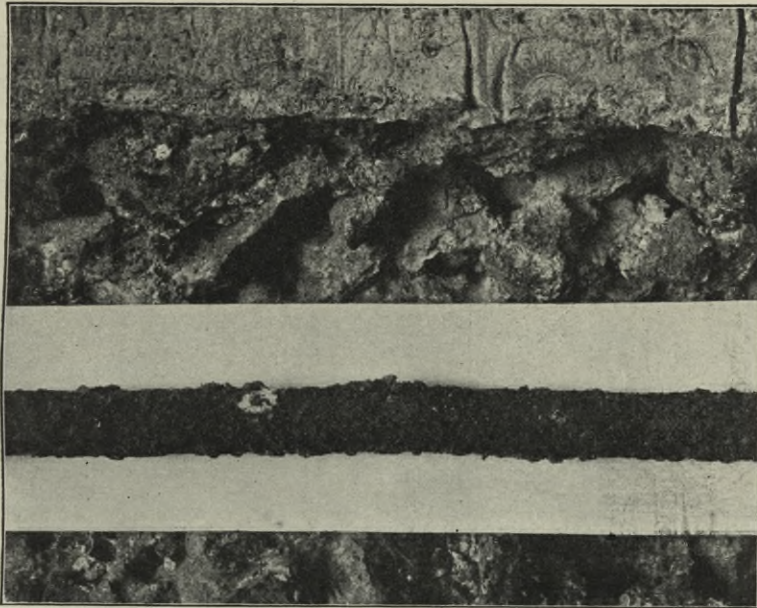


Abb. 270. Freigelegtes mittleres Eisen der Platte 65 bei Riß 2.
Erscheinung wie Abb. 269.

Riß 10.



Riß 3.

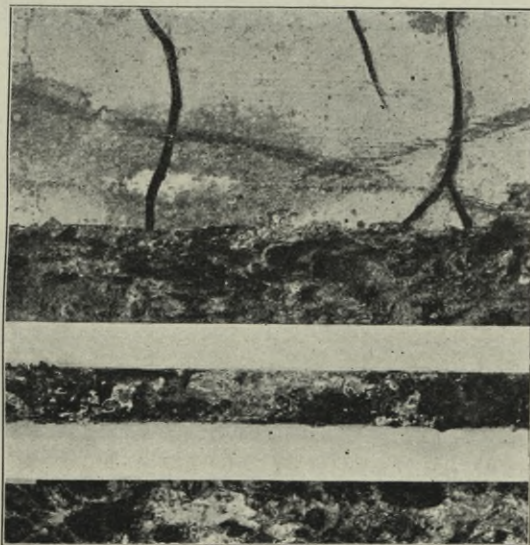


Abb. 271. Freigelegtes Eisen der Platte 63 zwischen Riß 10 und 3.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 und 5 auf.

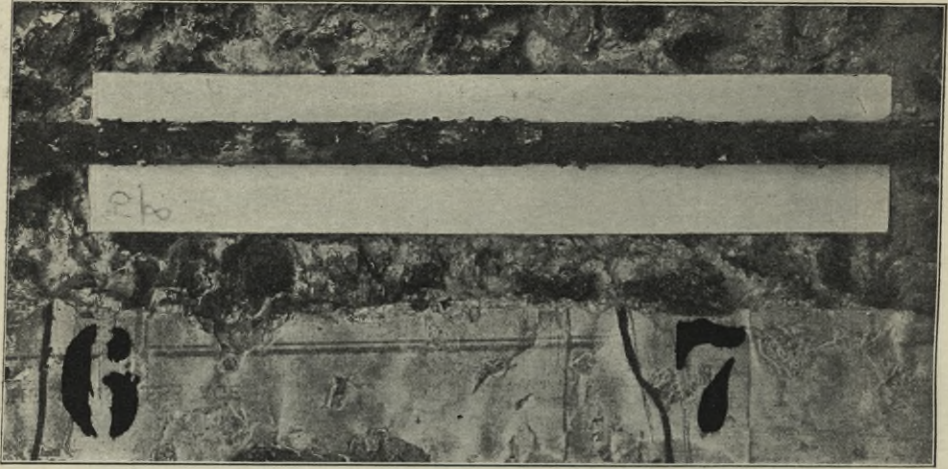


Abb. 272. Freigelegtes Eisen der Platte 70.
Das blank eingebettete Eisen weist durchweg Rostansatz der Stärke 5 auf.

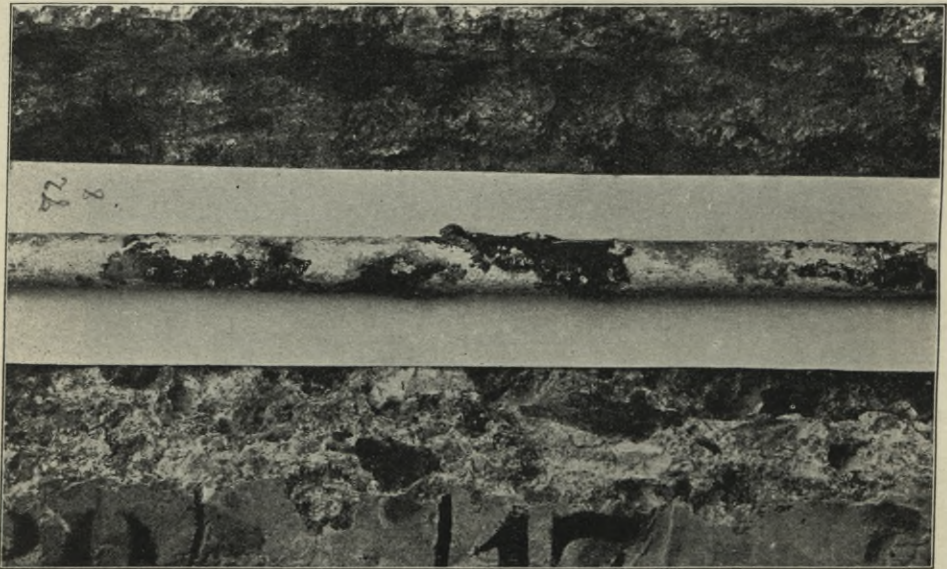


Abb. 273. Freigelegtes Eisen der Platte 72 zwischen Riß 30 und 7.
Erscheinung wie Abb. 272.

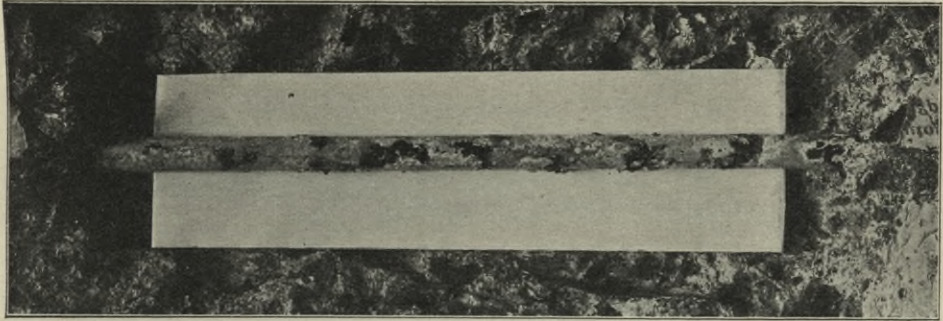


Abb. 274. Freigelegtes mittleres Eisen der Platte 71 aus Plattenmitte. Obgleich an dieser Stelle der Platte Risse nicht festgestellt worden waren (s. Abb. 209), weist das Eisen Rostansatz der Stärke 5 auf.

Riß 2.
↓

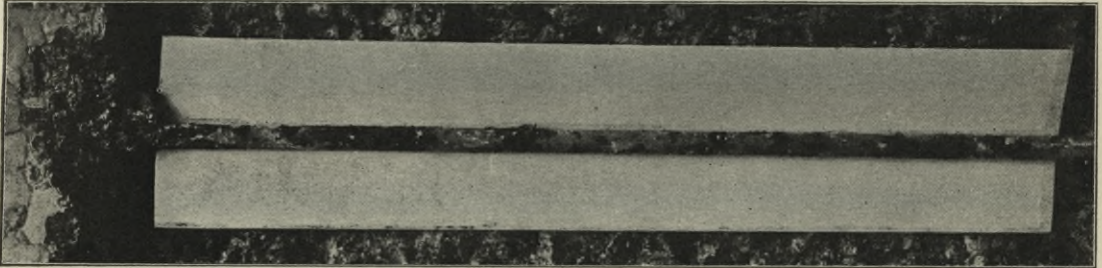
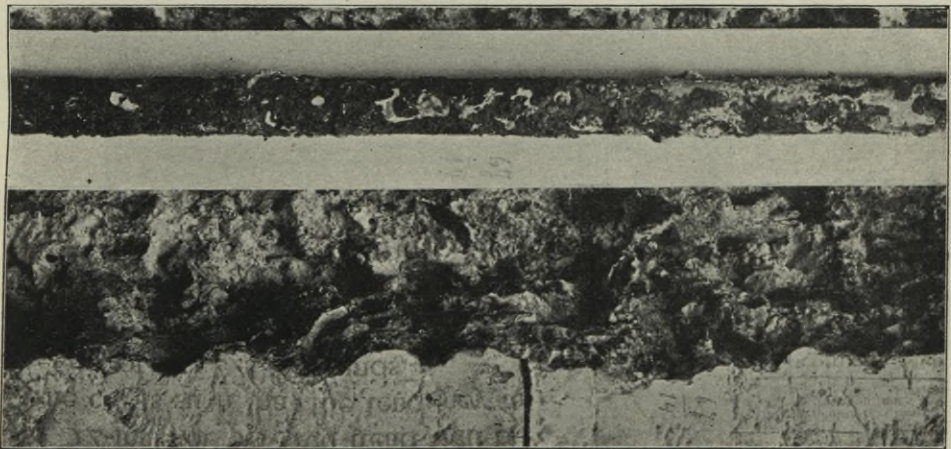
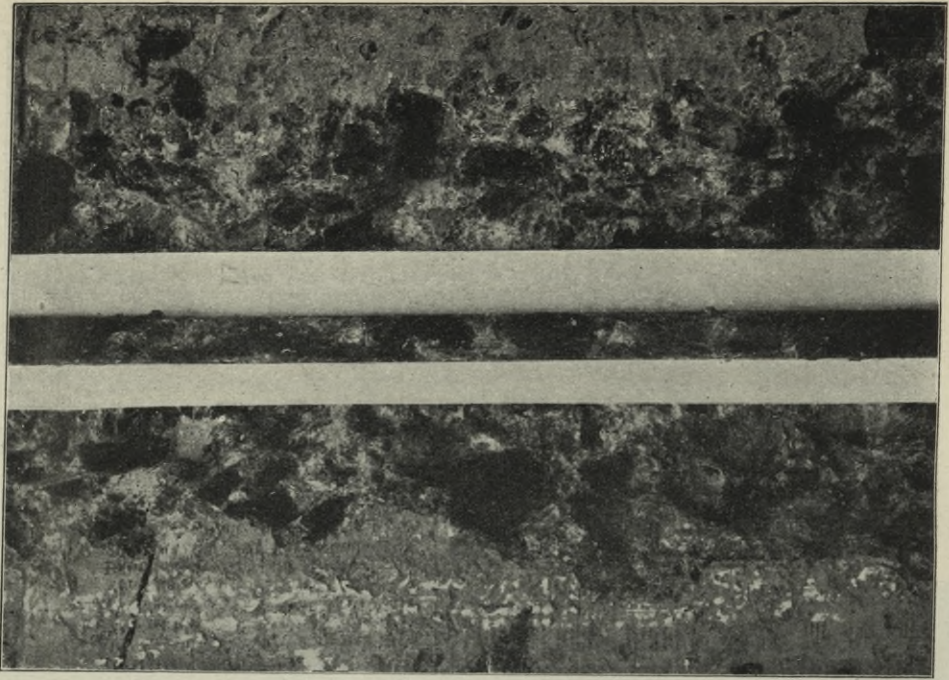


Abb. 275. Freigelegtes mittleres Eisen der Platte 71 bei Riß 2. Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.



↑
Riß 1.

Abb. 276. Freigelegtes äußeres Eisen der Platte 67 bei Riß 1. Erscheinung wie bei Abb. 275.

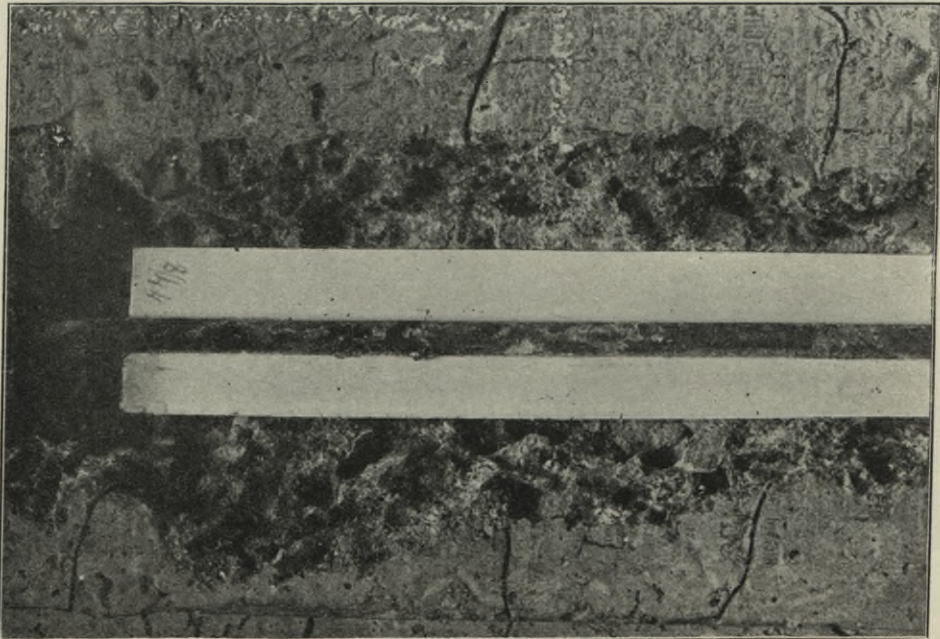


↑
Riß 5.

Abb. 277. Freigelegtes äußeres Eisen der Platte 77 zwischen Riß 5 und 1.

Riß 3.
↓

Riß 5.
↓



↑
Riß 4.

↑
Riß 21.

↑
Riß 3.

Abb. 278. Freigelegtes äußeres Eisen der Platte 77 zwischen Riß 4 und 11.

Abb. 277 und 278. Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 und 5 auf.

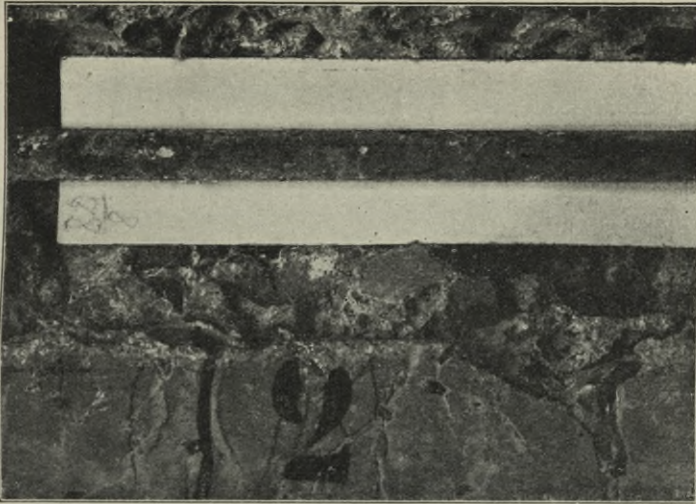
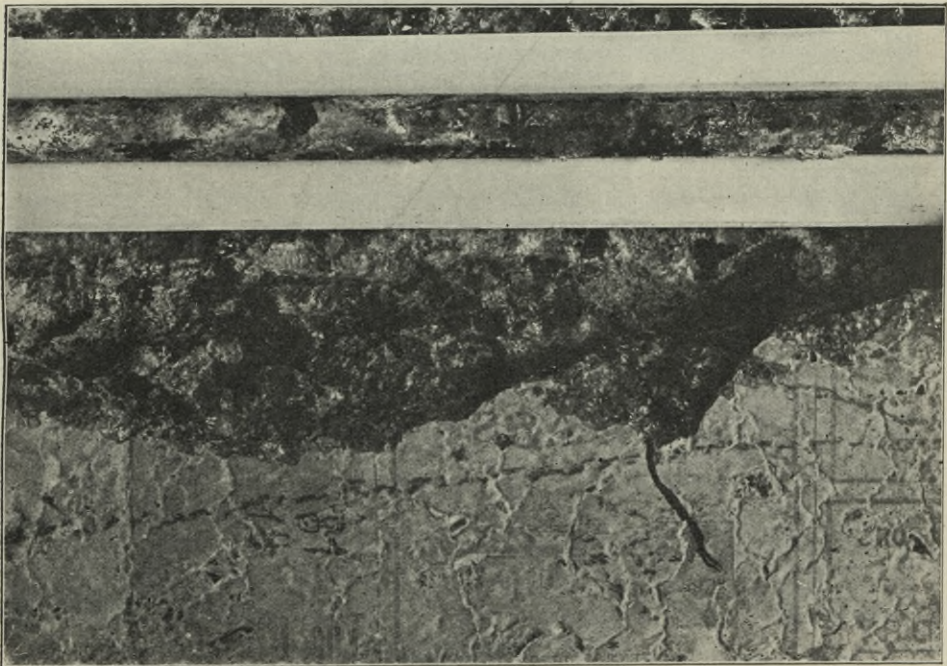


Abb. 279. Freigelegtes Eisen der Platte 82 bei Riß 2.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 2 auf.



↑
Riß 14.

Abb. 280. Freigelegtes Eisen der Platte 81 bei Riß 14.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 und 5 auf.

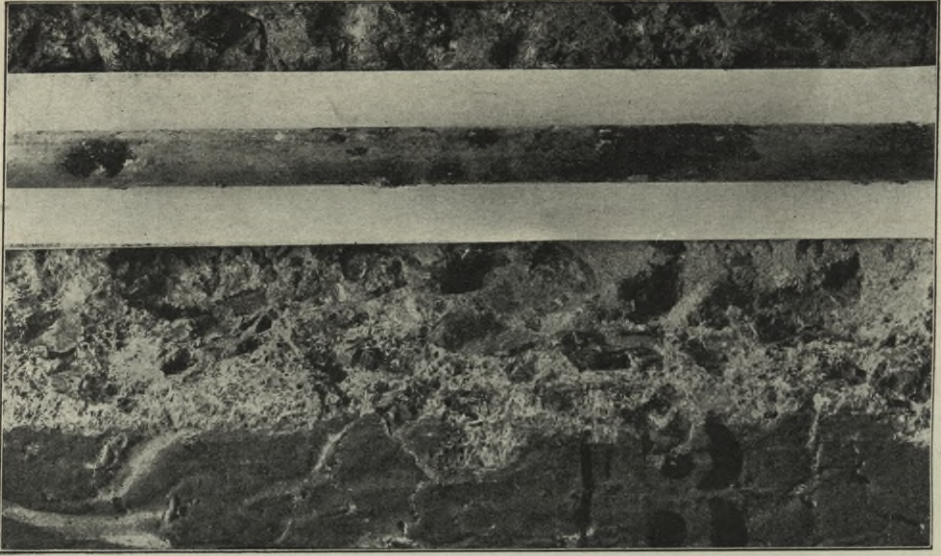
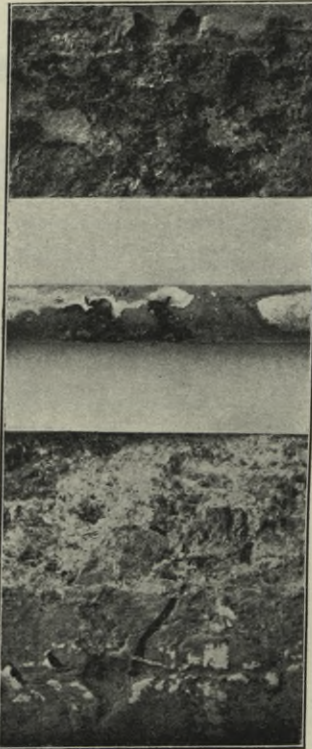


Abb. 281. Freigelegtes Eisen der Platte 90 bei Riß 3.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 und 3 auf.



↑
Riß 1.

Abb. 282. Freigelegtes Eisen der Platte 89 bei Riß 1.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 auf.



↑ ←———— 6 cm —————→ ↑
 Riß 10.

Abb. 283. Freigelegtes äußeres Eisen der Platte 85 bei Riß 10.
 Der festgestellte Rostansatz der Stärke 2 befindet sich etwa 6 cm vom Riß 10 entfernt.



Abb. 284. Freigelegtes Eisen der Platte 95 zwischen Riß 7 und 30.
 Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 3 und 4 auf.

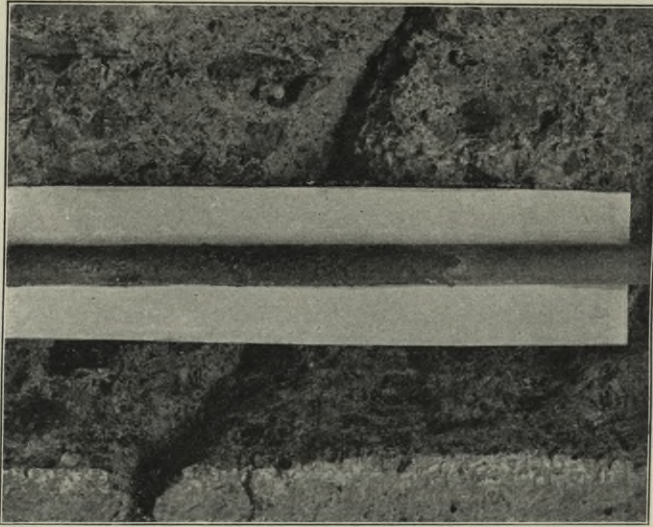
Riß 4.
↓

Abb. 285. Freigelegtes mittleres Eisen der Platte 96 bei Riß 4.
Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.

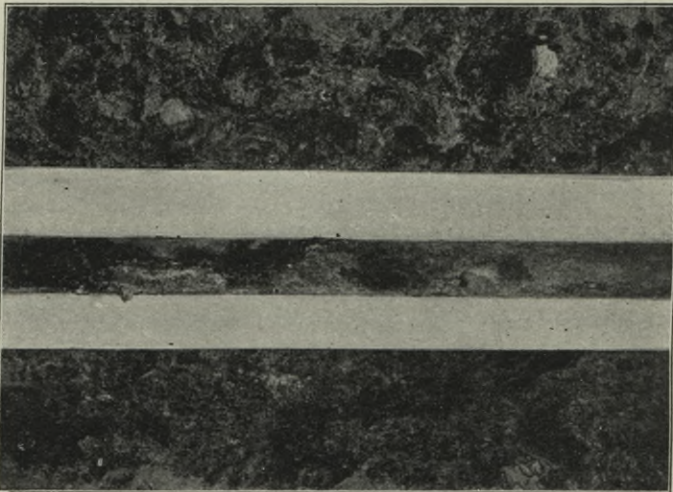
Riß 1.
↓

Abb. 286. Freigelegtes Eisen der Platte 93 bei Riß 1.
Das mit Walzhaut eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.

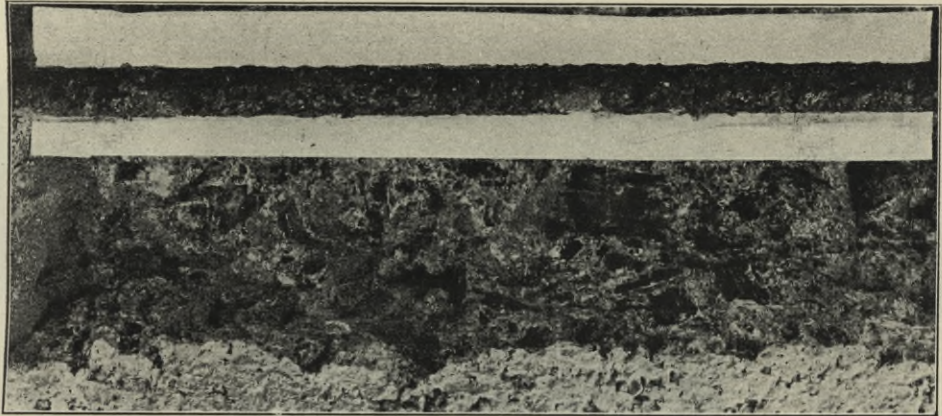


Abb. 287. Freigelegtes Eisen der Platte 102 zwischen Riß 11 und 12.
Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 5 auf.

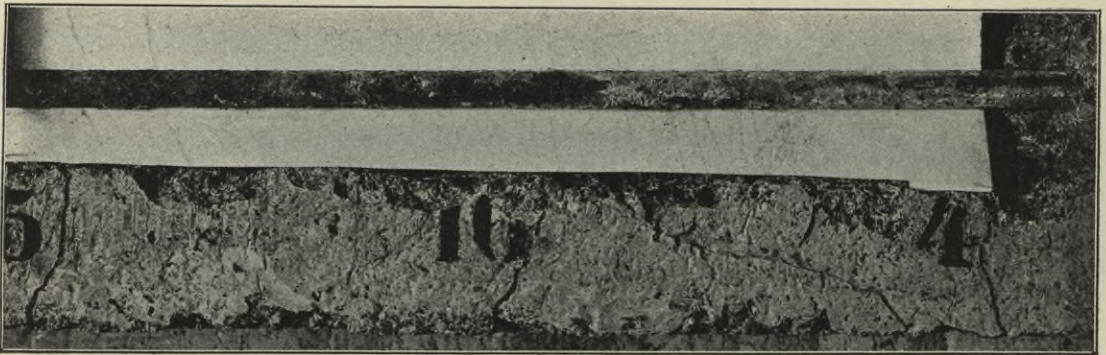


Abb. 288. Freigelegtes Eisen der Platte 97 zwischen Riß 5 und 4.

Abb. 288 und 289. Das verrostet eingebettete Eisen weist neuen Rostansatz der Stärke 4 und 5 auf.

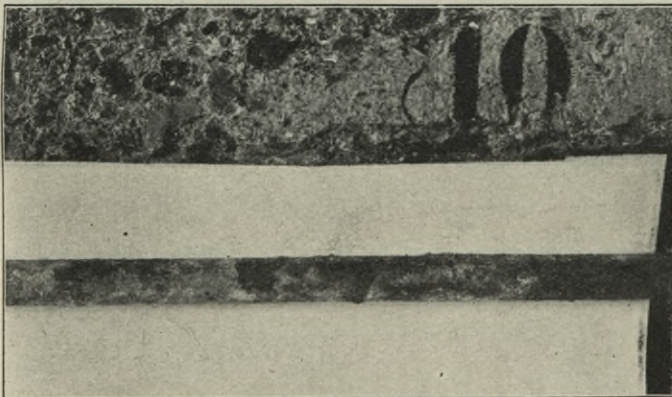


Abb. 289. Freigelegtes Eisen der Platte 97 zwischen Riß 3 und 10.

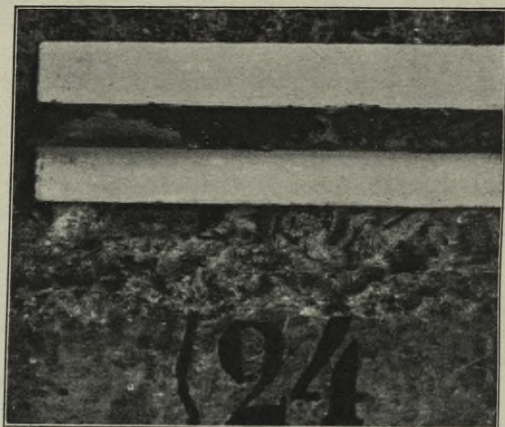


Abb. 290. Freigelegtes Eisen der Platte 106 bei Riß 24.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 4 auf.

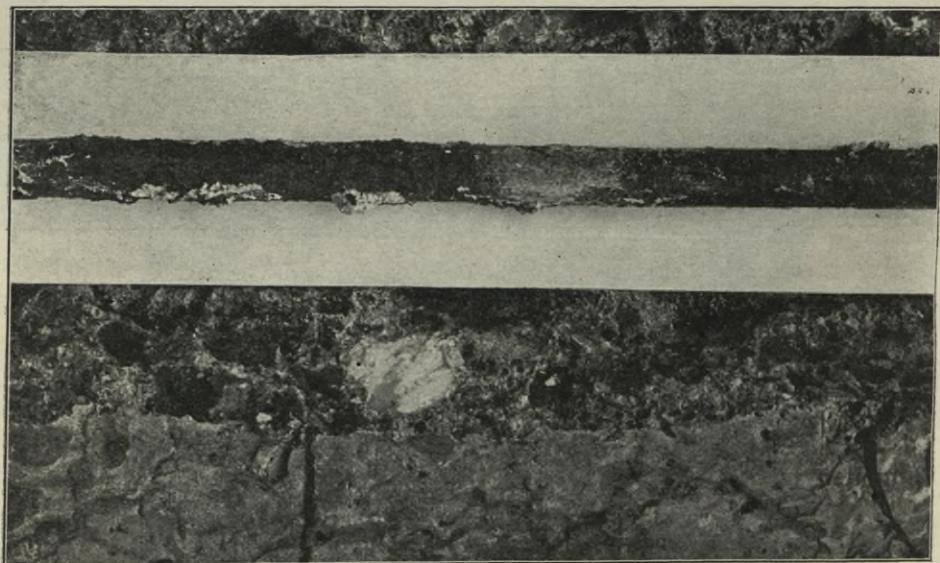
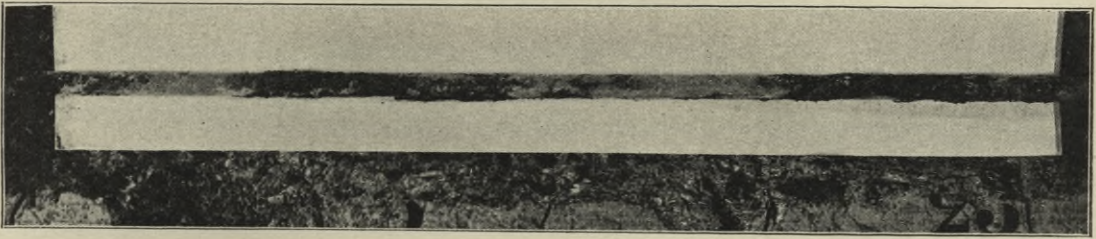


Abb. 291. Freigelegtes Eisen der Platte 107 zwischen Riß 17 und 23.
Das blank eingebettete Eisen weist Rostansatz der Stärke 5 auf.

↑
Riß 23.



↑
Riß 24.

Abb. 292. Freigelegtes Eisen der Platte 108 zwischen Riß 24 und 23.
Erscheinung wie bei Abb. 291.

Riß 5.
↓

Riß 23.
↓

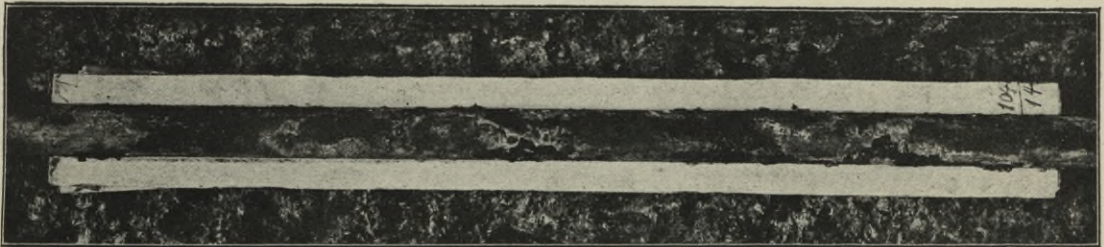
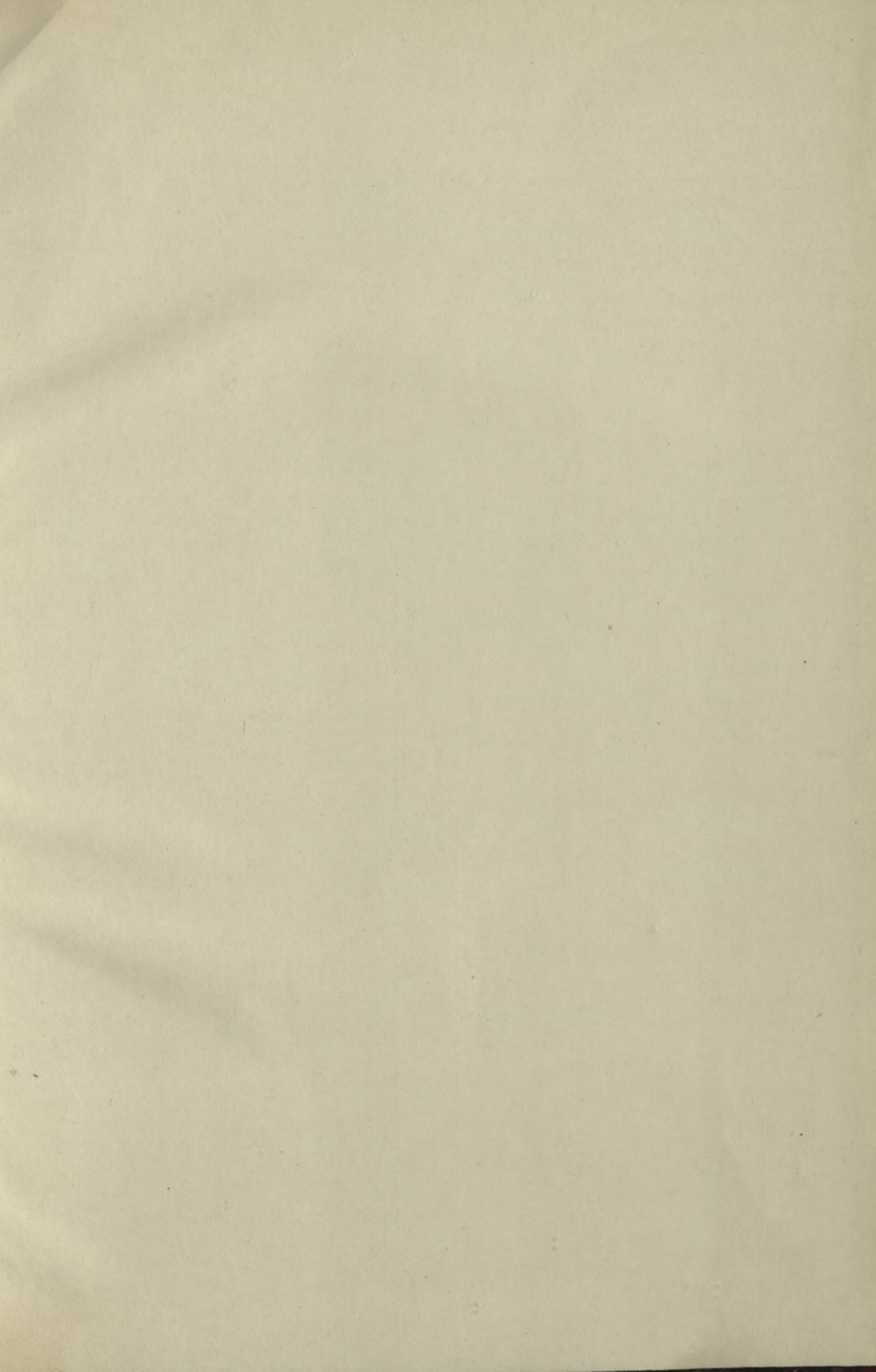


Abb. 293. Freigelegtes Eisen der Platte 104 zwischen Riß 5 und 23.
Das blank eingebettete Eisen weist durchweg Rostansatz der Stärke 5 auf.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307336

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000313446

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307182

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

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



III-307337

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000313447

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305572