



Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

Heft 22. Versuche über das Rosten von Eisen in Mörtel und Mauerwerk. Ausgeführt in Berlin-Lichterfelde-West. Von Professor M. Gary, Abteilungsvorsteher im Königl. Materialprüfungsamt. 1913. Mit 15 Abb. und 5 Tabellen. Geh. Preis 2.80 M.

Heft 23. Untersuchungen über die Längenänderungen von Betonprismen beim Erhärten und infolge von Temperaturwechsel. Ausgeführt in Berlin-Lichterfelde-West. Von Professor M. Rudeloff, Geheimer Regierungs-rat, Direktor im Königlichen Materialprüfungsamt, unter Mitwirkung von Dr.=Jug. H. Sieglerschmidt, Assistent der Abteilung für Metallprüfung. 1913. Mit 36 Textabb. und 32 Zusammenstellungen. Geh. Preis 5,60 M.

Heft 24. Spannung obs des Betons in der Zugzone von Eisenbeton-Balken unmittelbar vor der Rißbildung. Von Dr.-Jug. C. Bach, Königl. württ. Baudirektor, Professor des Maschineningenieurwesens, Vorstand des Ingenieur-laboratoriums und der Materialprüfungsanstalt an der Königl. Technischen Hochschule in Stuttgart und O. Graf, Ingenieur der Materialprüfungsanstalt. 1913. Mit 13 Textabb. und 6 Zusammenstellungen. Geh. Preis 2,80 M.

Heft 25. Wahl des Großenwertes der Elastizitätsverhaltniszahl n für die Berechnung von Eisenbetonträgern. Von M. Möller, Geheimer Hofrat, Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig und Dipl.-Ing. M. Brunkhorst, Assistent an der Hochschule. 1913. Mit 2 Textabb. Geh. Preis 1 M.

Heft 26. Belastung und Abbruch von zwei Eisenbetonbauten im Königlichen Materialprufungsamt Berlin-Lichterfelde-West. Nachtrag zu der Veröffentlichung über Brandproben an Eisenbetonbauten (Heft II). Ausgeführt in Berlin-Lichterfelde-West. Von Professor M. Gary, Abteilungsvorsteher im Königlichen Materialprüfungsamt. 1913. Mit 11 Textabb.

Geh. Preis 1.20 M.

Heft 27. Gesamte und bleibende Einsenkungen von Eisenbeton-Balken. Verhältnis der bleibenden zu den gesamten Einsenkungen. Von Dr.=Jug. C. Bach, Königl. württ. Staatsrat, Professor des Maschineningenieur-wesens, Vorstand des Ingenieurlaboratoriums und der Materialprüfungsanstalt an der Königl. Technischen Hochschule in Stuttgart und 0. Graf, Ingenieur der Materialprüfungsanstalt. 1914. Mit 58 Textabb. und 47 Zusammenstellungen.

Geh. Preis 2.40 M.

Heft 28. Untersuchung von Eisenbeton-Säulen mit verschiedenartiger Querbewehrung. DRITTER TEIL. (Fortsetzung zu Heft 5 und 21.) Ausgeführt in Berlin-Lichterfelde-West. Von Professor M. Rudeloff, Geheimer Regierungsrat, Direktor im Königlichen Materialprüfungsamt. 1914. Mit 47 Textabb. Geh. Preis 8,40 M.

Heft 29. Die vorschriftsmäßige Zusammensetzung des Betongemenges nach den Bestimmungen fur Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton. Bericht über Versuche im Königlichen Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde-West. Erstattet von Professor M. Gary, Abteilungsvorsteher im Königlichen Materialprüfungsamt. 1915. Mit 16 Textabb.

Geh. Preis 2,20 M.

XXX 980





DEUTSCHER AUSSCHUSS FÜR EISENBETON

14

UNTERSUCHUNGEN

VON

EISENBETONSÄULEN MIT VERSCHIEDENARTIGER QUERBEWEHRUNG

DRITTER TEIL. (FORTSETZUNG ZU HEFT 5 UND 21)

AUSGEFÜHRT IM

KÖNIGLICHEN MATERIALPRÜFUNGSAMT

ZU

BERLIN - LICHTERFELDE - WEST IN DEN JAHREN 1913 UND 1914.

BERICHT ERSTATTET VON

PROFESSOR M. RUDELOFF GEHEIMER REGIERUNGSRAT DIREKTOR IM KÖNIGLICHEN MATERIALPRÜFUNGSAMT.

MIT 67 TEXTABBILDUNGEN.

BERLIN 1914 VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN



Alle Rechte vorbehalten.

3PU-B-244 2018

Inhaltsverzeichnis.

	Sence
I. Arbeitsplan	I
II. Die verwendeten Baustoffe	3
III. Die Herstellung der Säulen	7
IV. Die Prüfung des Betons	10
V. Versuche mit den Säulen	12
1. Die Einrichtungen zur Ermittlung der Formänderungen	13
2. Versuchsergebnisse	16
A. Vergleich der verschiedenartigen Querbewehrungen	
bei gleicher Längsbewehrung.	
1. Säulen mit quadratischem Querschnitt	16
a) Die Querdehnungen bei wachsender Belastung	16
b) Längenänderungen der Längseisen in den Säulen mit	
quadratischem Querschnitt	39
c) Längenänderungen des Betons in den Säulen mit quadra-	
tischem Querschnitt	46
d) Aenderung der Gesamtlänge der Säulen mit quadra-	
tischem Querschnitt	46
e) Die Festigkeit der quadratischen Säulen	46
2. Achtseitige Säulen	49
a) Längenänderungen des Betons in den achtseitigen Säulen	50
b) Aenderung der Gesamtlänge der Säulen	51
c) Die Festigkeit der achtseitigen Säulen	53
α) Einfluß der Bewehrungen aus Eisen von 0,5 und	
0,7 cm Durchmesser	53
β) Bewehrung mit Spiralen aus Eisen von verschiedenem	
Durchmesser	55
d) Lage des Bruches	55
3. Zusammenfassung der Ergebnisse	56
VI. Einfluß der fetteren Beton-Mischung. (Reihe B.).	58
a) Die Querdehnung bei wachsender Belastung	58
b) Längenänderungen der Längseisen	59
c) Längenänderungen des Betons in den Säulen	60
d) Aenderung der Gesamtlänge der Säulen	61
e) Die Festigkeit der Säulen	61
f) Zusammenfassung der Ergebnisse	62
VII. Unterschied in der Wirkung der Umschnürung bei vollen	
und hohlen Säulen (Reihe C)	62

. 6

Soita

* * *			
Inha	terror	7010	21210
Inna	ISVEL	7.0101	IIIIIS.

VIII.	Einfluß des Betons außerhalb der Umschnürung. (Reihe D.)	67
IX.	Ergänzungsversuche	72
	1. Einfluß der Herstellung der Ringe und Spiralen auf die Festig-	
	keitseigenschaften der Bewehrungseisen	73
	A. Das Versuchsmaterial	73
	B. Die Herstellung der Ringe und Spiralen	74
	C. Versuchsergebnisse	74
	2. Einfluß der Festigkeitseigenschaften des Eisens für die Quer-	
	bewehrungen auf die Druckfestigkeit der Säulen	75
	3. Vergleich der Bewehrungen mit Ringen und Spiralen aus Eisen	
	von 1,2 cm Durchmesser	81
	4. Das Verhalten der Längseisen im erhärtenden Beton	83
Х.	Schlußwort	83
Ta	belle 1 bis 76	173

Untersuchung

Eisenbeton - Säulen mit verschiedenartiger Querbewehrung auf Druckfestigkeit.

Ausgeführt vom Königl. Materialprüfungsamt zu Berlin-Lichterfelde in den Jahren 1913-1914.

I. Arbeitsplan.

Durch die Untersuchungen, über die ich in Heft 21 berichtet habe, ist festgestellt:

1. daß zur Erzielung des größten Wirkungsgrades der Bewehrung in Eisenbetonsäulen das Anbringen von verstärkten Köpfen an den Säulen wohl entbehrt werden kann, daß aber hierzu die Längseisen bis auf etwa 2-3 mm an die Druckoder Endflächen der prismatischen Probestücke herangeführt werden müssen, und

2. daß die Herstellung der Säulen in hölzernen Formen das Ergebnis dadurch beeinflussen kann, daß die Formwandungen dem Beton Wasser in wechselndem Maße entziehen.

Da nun bei den früheren Versuchen (s. Heft 5) der Abstand der Endflächen der Längseisen von den Druckflächen 10 mm betragen hatte und hölzerne Formen verwendet waren, so beschloß der Deutsche Ausschuß für Eisenbeton, die weiteren Säulen in eisernen Formen zu fertigen und in Reihe A zunächst einen Teil der Versuche über den Einfluß verschiedenartiger Ouerbewehrung auf die Festigkeit von Säulen mit gleicher Längsbewehrung (s. Heft 5) zu wiederholen.

Die verglichenen Querbewehrungen sind (s. Tab. 1, Reihe A) in Gruppe:

a) (b) (c) (geschweißte Ringe oder Umfangsbügel umgehakte Ringe oder Umfangsbügel Diagonalbügel	bei Säulen mit quadratischem Querschnitt
d) :	Spiralen	
f) (geschweißte Ringe oder Umfangsbügel)	hei Säulen mit achtseitigem
g)	umgehakte Ringe oder Umfangsbügel	bei Saulen mit achtsenigem

h) Spiralen

Zu jeder dieser sieben Gruppen wurden sechs Säulen gefertigt, je drei mit Querbewehrungen aus Eisen von 0,5 cm und 0,7 cm Durchmesser.

Die quadratischen Säulen hatten 30×30 cm Querschnitt mit gebrochenen Kanten; ihr voller Querschnitt betrug 898 qcm, der volle Querschnitt der achtseitigen Säulen 900 qcm.

Die den Ecken gegenüber angeordneten Längsbewehrungen bestanden bei den quadratischen Säulen aus vier Eisen von 2 cm Durchmesser mit dem Gesamtquerschnitt von 12,56 qcm, bei den achtseitigen Säulen aus acht Eisen von 1,4 cm Durchmesser mit 12,32 gcm Gesamtguerschnitt.

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, Heft 28.

Querschnitt.

Die Länge der Säulen betrug 1,30 m, die Länge der Eisen 1,295 m, so daß die senkrecht zur Achse bearbeiteten Endflächen der Eisen etwa 2,5 mm von den beiden Druckflächen abstanden.

Außer den vorgenannten bewehrten Säulen wurden untersucht:

Gruppe e) drei unbewehrte quadratische Säulen

,, i) drei unbewehrte achtseitige Säulen

und außerdem 36 Beton-Würfel, von denen immer einer an demselben Tage gefertigt war, wie die zugehörigen Säulen.

In Reihe A sind demnach insgesamt untersucht:

48 Säulen und

36 Beton-Würfel.

Der Beton bestand bei allen Proben aus 1 Raumteile Zement und 4 Raumteilen Zuschlagsmaterial (Sand und Kies).

Reihe A bildete die Hauptuntersuchung. Außerdem sind auf späteren Beschluß des Ausschusses vier Nebenreihen mit 20 Säulen und 13 Würfeln ausgeführt, um zugleich über folgende Fragen Aufschluß zu erhalten:

- Reihe B: über den Einfluß fetterer Betonmischung auf den Wirkungsgrad der Querbewehrung,
- Reihe C: über den Unterschied in der Wirkung der Umschnürung bei hohlen und vollen Säulen,
- Reihe D: über den Einfluß des außerhalb der Spirale liegenden Betons, der sog. Schale, auf das Verhalten der Säulen unter Druckbeanspruchung und
- Reihe E: über den Einfluß einer stärkeren Spiralbewehrung, als unter Reihe A vorgesehen.

Im einzelnen ist zu diesen vier Nebenreihen B bis E unter Hinweis auf Tabelle 1 folgendes zu bemerken:

B. Der Einfluß der fetteren Betonmischung ist an sechs quadratischen Säulen untersucht, von denen drei unbewehrt waren (Gruppe 1) und drei Querbewehrungen aus umgehakten Ringen enthielten (Gruppe k). Die Eisenstärke der Ringe betrug 0,7 cm, ihr Längsabstand 5 cm. Die Abmessungen der bewehrten Säulen dieser Reihe waren also die gleichen wie bei den Säulen 10 bis 12 Reihe A (Gruppe b), während die unbewehrten Säulen der Reihe B den Säulen 25 bis 27 der Reihe A (Gruppe e) entsprachen.

Die Betonmischung bestand bei Reihe B aus I Raumteil Zement und $2^{1}/_{2}$ Raumteilen Zuschlagsmaterial, gegenüber I: 4 bei Reihe A.

- C. Um den Unterschied in der Wirkung der Umschnürung bei hohlen und vollen Säulen festzustellen, sind zum Vergleich mit den Säulen 43 bis 48 der Reihe A (Gruppe h und i) aus dem gleichartigen Beton wie diese sechs achtseitige, bewehrte und eine unbewehrte hohle Säule gefertigt (Gruppe m, n und o, Tab. 1).
- D. Der Einfluß der Schale, d. h. des außerhalb der Querbewehrung (Spirale oder Ringe) liegenden Betons, ist an vier Säulen untersucht. Alle vier waren mit Spiralen bewehrt, deren Eisenstärke bei zwei Säulen 0,5 cm und zwei Säulen 0,7 cm betrug. Bei je einer der beiden gleichartig bewehrten Säulen fehlte die Schale. Die Ganghöhe der Spiralen betrug bei allen vier Säulen 4 cm, gegenüber 3 cm bei der Hauptreihe. Dieser Unterschied war geboten, weil als Spiralen zu den vier Säulen für Reihe D die von der Hauptreihe übrig gebliebenen Spiralen verwendet werden mußten und die Länge dieser Reststücke bei 3 cm Ganghöhe nicht zu 1,3 m langen Säulen hinreichte.

E. Zur Ermittlung des Einflusses einer stärkeren Spiralbewehrung sind drei weitere achtseitige Säulen gefertigt mit Spiralen von 1,2 cm Eisenstärke und 3 cm Ganghöhe. Diese Säulen hatten im übrigen die gleichen Abmessungen und bestanden aus dem gleichen Beton wie die Säulen 40 bis 45 der Reihe A (Gruppe h), so daß zum Vergleich drei Reihen vorliegen, und zwar mit Spiralen aus Eisen von 0,5, 0,7 und 1,2 cm Durchmesser.

II. Die verwendeten Baustoffe.

1. Der Zement ist wieder von der Portland-Zementfabrik, Lossius-Dellbrück zu Züllichow, bezogen. Er ist sowohl bei Beginn der Säulenanfertigung (am 6. März 1913) als auch nach Fertigstellung aller Säulen (am 3. Juli 1913) nach den Normen vom Dezember 1909 untersucht. Die ermittelten physikalischen Eigenschaften des Zementes sind aus Tab. 2, seine Festigkeitseigenschaften aus Tab. 3 zu ersehen.

Der Zement gentigte den Normen.

Die Ergebnisse Tab. 2 lassen erkennen, daß der Zement während der Dauer seiner Verarbeitung, d. h. innerhalb 17 Wochen, um weniges leichter geworden ist, die Raumgewichte R_l (eingelaufen) und R_r (eingerüttelt) sind von 1,159 und 1,978 auf 1,143 und 1,847, d. h. um 2 und 6% auf 3,125. Der ausgeglühte Zement dagegen zeigt bei der zweiten Prüfung größeres spezifisches Gewicht (3,259) als bei der ersten Prüfung (3,248). Der Zement scheint hiernach beim Lagern, obgleich er im geschlossenen Raume untergebracht war, Feuchtigkeit aus der Luft aufgenommen zu haben, was besonders dadurch bestätigt wird, daß der Glühverlust von ursprünglich 0,98% onch dem Lagern zu 2,05% osch ergab.

Die Festigkeit des Zementmörtels 1:3, mit 8,5 ${}^{0}/_{0}$ Wasser angemacht, ergab sich nach Tab. 3 bei der zweiten Prüfung geringer als bei der ersten; die Abnahme beträgt für die Zugfestigkeit nach 7 Tagen 6,4 ${}^{0}/_{0}$, für die Druckfestigkeit bei Wasserlagerung nach 7 Tagen 1,3 ${}^{0}/_{0}$, nach 28 Tagen 4,1 0 , und bei kombinierter Lagerung nach 28 Tagen 6,4 ${}^{0}/_{0}$.

2. Der Kies war zu den früheren Versuchen von der Firma Windschild & Langelott zu Cossebaude bezogen, im Amt durch Absieben in drei Körnungen von o-8 mm, 8-18 mm und 18-24 mm zerlegt und dann vor der Verwendung wieder gemischt worden, so daß das Gemisch aus zwei Raumteilen der Körnung o-8 mm und je einem Raumteil der beiden Körnungen 8-18 und 18-24 mm bestand. Gegen die weitere Verwendung dieses Kieses bestand das auf Versuche gestützte Bedenken, daß die drei genannten Körnungen in ihrer Zusammensetzung erhebliche und je nach dem Wetter schwankende Fehler in den Zusammensetzungen aufwiesen. Zur Untersuchung dieser Frage wurde ein besonderer Unterausschuß eingesetzt und auf seinen Vorschlag hin dann beschlossen, den Kies für die weiteren Versuche aus der Cossebauder Grube der Firma Dyckerhoff u. Widmann A.-G. in zwei Körnungen von o-11 mm und 11-25 mm zu beziehen. Hierzu sollte der Grubenkies auf dem 25 mm-Sieb vom Gröbsten befreit und dann durch ein Sieb (Drahtsieb mit quadratischen Maschen als Schwingsieb mit Klopfer betätigt) von 11 mm Maschenweite in die beiden genannten Körnungen getrennt werden. Zur Verwendung gelangen sollte die durch Versuche festzustellende zweckmäßigste Mischung dieser beiden Körnungen. Hierzu sind untersucht (s. Tab. 4):

I. der Kiessand in seiner natürlichen Zusammensetzung, aber nach dem Absieben auf dem 25-mm-Sieb,

1*

II. der Sand mit o-11 mm Körnung,

- III. der Kies mit 11-25 mm Körnung¹),
- IV. Kiessand, als Gemisch des Sandes II und des Kieses III in gleichen Raumteilen,
- V. Kiessand, als Gemisch aus 5 Raumteilen Sand II und 3 Raumteilen Kies III,
- VI. Kiessand, als Gemisch aus 3 Raumteilen Sand II und 5 Raumteilen Kies III.

Nach den Ergebnissen in Tabelle 4 weist der Kiessand VI den größten Dichtigkeitsgrad auf.

Die Druckfestigkeiten des aus den Kiessanden IV bis VI hergestellten Betons zeigt Tab. 5. Der Beton bestand aus 4 Raumteilen Kiessand auf einen Raumteil Zement. Er erhielt in den Reihen 1-3 bei allen drei Sorten 8 $^0/_0$ Wasserzusatz, bezogen auf die trockene Mischung. Aus dem feinsten Kiessand V wurde in Reihe 4 außerdem ein zweiter Beton mit $8,75 \, ^0/_0$ Wasserzusatz untersucht, weil dieser Beton, mit $8 \, ^0/_0$ Wasser angemacht, weniger weich war als die beiden andern. Die verschiedenen Betonsorten wurden in der Maschine gemischt, von Hand in eisernen Formen zu Würfeln von 30 cm Kantenlänge gestampft, nach zwei Tagen entformt, dann, an der Luft stehend, bis zum achten Tage angenäßt und bei 28 Tagen Alter geprüft.

Bei gleichem Zustande der Weichheit (s. Reihe 1, 2 und 4, Tab. 5) lieferte der gröbste Kiessand VI (Reihe 1) den Beton größter Druckfestigkeit (351 kg/qcm) bei größtem Raumgewicht (2,401), während diese Werte mit 305 kg/qcm und 2,340 für den Beton aus dem feinsten Kiessand V (Reihe 4) am geringsten waren. Bei geringerer Weichheit war dagegen die Druckfestigkeit des letztgenannten Betons ($8,0^0$ /₀ Wasserzusatz, Reihe 3, Tab. 5) mit 360 kg/qcm von allen am größten.

Der Unterschied in den Eigenschaften der beiden Betonsorten Reihe 1 u. 2, Tab. 5, ist als unwesentlich und nicht ins Gewicht fallend erachtet und daher der Einfachheit halber zur Anfertigung der Säulen der Beton Reihe 2, aus gleichen Raumteilen Kies und Sand, verwendet.

3. Das Eisen zur Bewehrung der Säulen. Die 2,0 cm-Rundeisen zu den Längsbewehrungen sämtlicher Säulen mit quadratischem Querschnitt (Nr. 1-24 und 49-51, Tab. I) sind von der Aktiengesellschaft für Beton und Monierbau, Berlin, geliefert, die Längseisen von 1,4 und 1,6 cm Durchmesser zu den achtseitigen Säulen von dem Deutschen Eisenhandel, Abt. Ravené, Berlin, bezogen. Die 1,4 cm-Rundeisen umfaßten zwei Lieferungen (a und b). Aus Lieferung a sind gefertigt die Säulen: 30, 34 bis 39, 44, 45 und 55 bis 64, aus Lieferung b die Säulen: 28, 29, 31 bis 33 und 40 bis 43.

Das gesamte Eisen zu den Querbewehrungen lieferte die Firma Ways u. Freitag, Neustadt a. H. Diese Firma war als Bezugsquelle gewählt, um die Spiralen zu den Säulen 40 bis 45 aus demselben Eisen zu erhalten, das auch für Bauausführungen verwendet zu werden pflegt, und um tunlichst das gleiche Eisen auch zu den übrigen Querbewehrungen verwenden zu können.

Die Lieferungen der Firma Ways u. Freytag umfaßten folgende Teile:

- 1. geschweißte Ringe aus Rundeisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser zu den Säulen 1-6;
- 2. Ringe mit Hakenenden aus Rundeisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser zu den Säulen 7-12 und 49-51;
- 3. Diagonalbügel mit Hakenenden aus Rundeisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser zu den Säulen 13-18;
- 4. fertige, an den Enden verschweißte Spiralen aus Rundeisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser zu den Säulen 19-24 und 40-45;

1) Der Kies III wurde von der Grube mit der Bezeichnung "gebrochene Kiessteine" an das Amt eingeliefert.

- 5. fertige Spiralen aus Rundeisen von 1,2 cm Durchmesser zu den Säulen 65-67;
- 6. Rundeisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser in Stangenform, aus denen im Amt gefertigt sind:
 - a) die geschweißten Ringe zu den Säulen 28-33,
 - b) die Ringe mit Hakenenden zu den Säulen 34-39;
- 7. Rundeisen von 0,7 cm Durchmesser in Ringen von 60 cm Durchmesser, aus denen die Spiralen zu den hohlen Säulen 55-60 im Amt gefertigt sind.

Zur Kennzeichnung ihrer Materialeigenschaften sind die Längseisen auf Zugund Druckfestigkeit, die Quereisen auf Zugfestigkeit geprüft (s. Tab. 6 bis 10). Sämtliche Proben behielten den vollen Walzquerschnitt; die Endflächen der Druckproben wurden auf die Druckplatten aufgeschliffen.

Die Zugproben sind wie folgt entnommen:

- a) die geschweißten Ringe, Nr. 1 des vorstehenden Verzeichnisses, wurden aufgeschnitten und gerade gerichtet; hierbei enthielten die Proben 80 und 81 (s. Tab. 8) und 71 und 72 (s. Tab. 9) die Schweißstelle in der Mitte, während die übrigen Proben 47-49 und 50-52 ohne Schweißstelle waren.
- b) Die Ringe, Nr. 2 des vorstehenden Verzeichnisses und
- c) die Diagonalbügel, Nr. 3 des vorstehenden Verzeichnisses, sind ebenfalls kalt gerade gerichtet.
- d) Von den fertig eingelieferten Spiralen, Nr. 4 und 5 des Verzeichnisses, sind die Zerreißproben an deren Enden entnommen und kalt mit dem Holzhammer gerade gerichtet. Das Abschneiden war erforderlich, weil die Spiralen zu lang geliefert waren, so daß sie bei der vorgeschriebenen Steigung und dem äußeren Durchmesser der Spirale von 28 cm in den 1,3 m langen Säulen sich nicht unterbringen ließen. Das Ende der Spiralen wurde nach dem Abschneiden im Amt durch einen geübten Schweißer einer Berliner Firma neu autogen (Azetylen-Sauerstoff) verschweißt. Bemerkt sei hier, daß die Spiralen für die quadratischen Säulen bei der Einlieferung bereits aus 3 Enden zusammengeschweißt waren. Die Länge der Ueberlappung an den Schweißstellen betrug etwa 10 cm.
- e) Bei den in Stangenform eingelieferten Rundeisen, Nr. 6 des Verzeichnisses, wurden die Zerreißproben denselben Stangen entnommen, aus denen die Ringe zu den Säulen 28 bis 39 und die Spiralen zu den Säulen 55 bis 60 im Amt gefertigt wurden.

Die Druckversuche, Tab. 6, ergeben für die drei Sorten Längseisen von 1,4, 1,6 und 2,0 cm Durchmesser keine wesentlichen Unterschiede in den Elastizitätszahlen. Die Mittelwerte schwanken zwischen 2010000 und 2070000; das Gesamtmittel beträgt 2032500.

Die Spannungen an der Proportionalitätsgrenze sind bei dem 2,0 cm-Eisen für die Parallelversuche gut übereinstimmend, bei den anderen Eisen dagegen und besonders bei dem 1,4 cm-Eisen der Lieferung b stark abweichend; bei den letztgenannten Eisen und bei dem 1,6 cm-Eisen liegen sie wesentlich tiefer (2290 kg/qcm) als bei den beiden anderen Eisen (2860 und 2680 kg/qcm).

Die Spannung an der Quetschgrenze beträgt bei dem 1,6 cm-Eisen 2630 kg/qcm, bei den anderen drei Eisen in guter Uebereinstimmung etwa 3000 kg/qcm.

Die Zugversuche mit den Längseisen (Tab. 7) zeigen in Uebereinstimmung mit den Druckversuchen, daß das 1,4 cm-Eisen der Lieferung a (Proben 9 und 10) bei geringerer Bruchdehnung sowohl höhere Streckgrenze als auch höhere Bruchfestigkeit besitzt als das 1,4 cm-Eisen der Lieferung b (Proben 14 und 15), zugleich besitzt letzteres die auffallend geringe Elastizitätszahl 1985000. Hingewiesen sei ferner noch auf die niedrige Streckgrenze der 1,6 cm-Eisen (Proben 19 und 20).







 $\begin{array}{c} a = \operatorname{geschweißte \ Ringe} \\ b = \operatorname{ungehakte} \\ c = \operatorname{Spiralen} \\ \end{array}, \end{array} \right\} \begin{array}{c} \operatorname{quadratische} \\ \operatorname{Säulen} \\ \end{array} \left| \begin{array}{c} d = \operatorname{geschweißte \ Ringe} \\ e = \operatorname{Spiralen} \\ f = \operatorname{Spiralen} \\ \end{array} \right. \\ \ldots \\ \end{array} \right\} \begin{array}{c} \operatorname{saulen} \\ \operatorname{Säulen} \\ \end{array}$



6

Die Ergebnisse der Zugversuche mit den Eisen für die Querbewehrungen sind für die drei Eisenstärken 0,5 cm, 0,7 cm und 1,2 cm in den Tab. 8 bis 10 gesondert zusammengestellt. Zur besseren Uebersicht sind außerdem die Werte für die Streckgrenze σ_s , Bruchgrenze σ_B und Bruchdehnung δ der 0,5 cm und 0,7 cm dicken Eisen in den Abb. 1 und 2 zu Schaulinien aufgetragen. Aus letzteren ergeben sich für die 0,5 cm Eisen (Abb. 1) zu den verschiedenen Bewehrungsarten *a* bis *f* recht erhebliche Unterschiede in der Streckgrenze σ_s und Bruchfestigkeit σ_B . Besonders zeigen die Eisen zu der Spiralbewehrung *f* der achtseitigen Säulen auffallend hohe Streckgrenze σ_s , während die Bruchfestigkeit etwa die gleiche ist, wie die der Eisen zu den Diagonalbügeln *e* der quadratischen Säulen.

Die 0,7 cm-Eisen (Abb. 2) zu den verschiedenen Bewehrungen *a*, *b* und *c* der quadratischen Säulen stimmen in ihren Festigkeitseigenschaften untereinander gut überein und unterscheiden sich auch von den Eisen zu der Bewehrung *d* (Ringe) der achtseitigen Säulen nicht wesentlich. Dagegen zeigen auch hier, wie in Abb. 1, die Eisen aus den fertig eingelieferten Spiralen *e* der achtseitigen Säulen auffallend hohe Streckgrenze σ_s und Bruchfestigkeit σ_B bei sehr geringer Bruchdehnung δ . Die in Ringen von 60 cm Durchmesser eingelieferten Eisen zu den Spiralen *f* der hohlen Säulen lieferten bei weitem die geringsten Werte für die beiden Spannungsgrenzen σ_s und σ_B und die höchsten Bruchdehnungen.

III. Die Herstellung der Säulen.

Die zu den Querbewehrungen bestimmten Ringe und Bügel sind zunächst mit Hilfe einer Lehre auf die Richtigkeit ihrer Abmessungen überprüft und, soweit erforderlich war, nachgerichtet. Aus ihnen und den zugehörigen Längseisen sind dann von demselben geübten Arbeiter der Firma Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau, wie früher, die Eisengerippe im Amt hergestellt. Abb. 3 zeigt die fertigen Gerippe mit Ringen, Bügeln und Spiralen aus 0,7 cm-Eisen für die quadratischen Säulen, Abb. 4 die Gerippe aus den 0,7-cm-Ringen, -Bügeln und den Spiralen aus 0,7 und 1,2 cm-Eisen für die achtseitigen Säulen und Abb. 5 die Innenansicht eines Gerippes aus umgehakten Ringen für achtseitige Säulen. Die fertigen Gerippe wurden beim Stampfen der Säulen durch Lehren in der Form in richtiger Lage gehalten.

Der Beton bestand im allgemeinen aus I Raumteil Zement und 4 Raumteilen Kiessand, gemischt aus gleichen Raumteilen der beiden Körnungen 0–11 und 11–25 mm; nur zu den Säulen 49–54, Reihe B, Tab. I, wurde der Beton in der Mischung I: $2^{1}/_{2}$ verarbeitet, der Wasserzusatz, bezogen auf die trockene Mischung, ist im Einvernehmen mit dem Vertreter der Aktiengesellschaft für Beton- und Monierbau bei der Mischung I: 4 gleich 10⁰/₀ und bei der Mischung I: $2^{1}/_{2}$ gleich II⁰/₀ gewählt.

Das Mischen und Stampfen der Säulen geschah wie bei den früheren Säulenversuchen (s. Heft 21, S. 10).

Die Formen waren aus Gußeisen gefertigt; ihre Anordnungen zeigen die Abb. 6 und 7 (S. 11).

Zur Herstellung der Säulen 62 und 64 ohne Schale (Beton außerhalb der Spirale) s. Reihe D, Tab. 1, wurde ein 0,5 mm dickes Blech als Mantel um das Spiralgerippe gelegt und mit Draht fest umwunden. Der Raum zwischen dem Mantel und der Formwandung wurde mit Sand fest ausgestampft.

Die hohlen Säulen 55—60 und 72, Reihe C, Tab. 1, wurden erzielt, indem zentrisch in die Form ein Kern von 10 cm Durchmesser eingesetzt wurde. Der Kern bestand aus einem eisernen Rohr von 0,3 cm Wandstärke, das spiralig mit dünnem Draht umwunden war, der zur Erleichterung des Herausziehens des Kerns nach zweitägiger Erhärtung des Betons diente.



Abb. 3. Eisengerippe der quadratischen Säulen. Durchmesser der Quereisen 0,7 cm, der Längseisen 2 cm.

Die Herstellung der Säulen.

8

Die Herstellung der Säulen.





Abb. 4. Eisengerippe der achtseitigen Säulen. Für f
 bis h: Durchmesser der Quereisen $d_o\!=\!o_7$ cm; der Längseise
n $d_l\!=\!1.4$ cm.

9

Die Herstellung der Säulen. Die Prüfung des Betons.

Die Proben erhärteten zwei Tage in der Form und dann bis zur Prüfung bei 90 Tagen Alter im geschlossenen Raum an der Luft, wobei sie bis zum achten Tage täglich einmal angenäßt wurden. Die Luftfeuchtigkeit und Lufttemperatur sind ständig von einem Richardschen Thermohygrographen aufgezeichnet.

Zehn Tage vor der Prüfung wurden beide Druckflächen der Säulen zwischen möglichst parallel gestellten, sauber bearbeiteten Eisenplatten mit Zementmörtel (1:1) abgeglichen. Die Abgleichschicht überdeckte die Endflächen der Längseisen, die vorher etwa 2-3 mm aus dem gestampsten Beton hervorragten, um • je etwa 2 mm.

Abb. 5.

Innenansicht eines Gerippes aus umgehakten Ringen für achtseitige Säulen.



IV. Die Prüfung des Betons.

Gleichzeitig mit den Säulen wurde an jedem Tage der Probenfertigung ein Betonwürfel von 30 cm Kantenlänge in eisernen Formen und zwei Schichten von 15 cm Höhe gestampft. Die Würfel erhärteten zwei Tage in der Form und standen dann bis zur Prüfung bei 90 Tagen Alter neben den zugehörigen Säulen an der Luft, wobei sie wie die letzteren vom dritten bis achten Tage ebenfalls wiederholt angenäßt wurden.

Die Druckfestigkeit der Würfel ist wie früher in der Abt. 2 für Baumaterialprüfung auf der 400-t-Presse, Bauart Martens, ermittelt. Die Belastung erfolgte senkrecht zur Stampfrichtung.

Die Ergebnisse sind in Tab. 11 zusammengestellt. Auffallend sind die geringen Festigkeiten der Würfel 30 und 31 zu den Säulen 20, 41 und 23, 44.

IO



500 -

4



Abb. 7.

Form für die achtseitigen Säulen.

Ihre Bruchspannungen betragen nur 161 und 180 kg/qcm gegenüber der mittleren Festigkeit von 229 kg/qcm aller Würfel aus dem Beton in der Mischung 1:4. Der Beton in der Mischung 1: $2^{1}/_{2}$ lieferte 320 kg/qcm mittlere Druckfestigkeit.

Nach Tab. 3 hatten die Eigenschaften des Zementes während der Dauer seiner Verarbeitung (6. III. 13 bis 3. VII. 13) sich verändert, die Festigkeit der aus diesem Zement gefertigten Mörtelproben hatte etwas abgenommen. Faßt man die aus Tab. 11 ersichtlichen Einzelwerte der Betonfestigkeiten nach Monaten der Probenfertigungen zusammen, so ergeben sich folgende Werte:

nittlere	Festigkeit	der	im	März	gefertigten	Proben	=	238,7	kg/qcm
"	",,	",,	,,	April	,,	,,	=	232,5	,,
"	"	,	"	Mai	,,	, ,,	=	225,7	,,
,,	,,	,,	,,	Juni	,,	,,	=	223,6	,,

Hiernach nehmen auch die Betonfestigkeiten stetig ab. Das Verhältnis der Werte für Juni und März beträgt $\frac{223,6}{238,7} \cdot 100 = 93,5^0/_0$; ebensogroß war es $\left(\frac{350}{374} \cdot 100\right)$ bei den Mörtelproben. Ob hier ein tatsächlicher Zusammenhang besteht, muß wegen der Schwankungen in den Betonfestigkeiten dahingestellt bleiben.



Abb. 8. Anordnung der Meßapparate bei den Säulen 21 und 24.

V. Versuche mit den Säulen.

Die Säulen wurden wieder stehend auf der 600 t-Maschine geprüft. Die untere Druckplatte war verstellbar. Sie wurde zum Versuch so ausgerichtet, daß die obere Endfläche der auf ihr stehenden Säule parallel zur oberen Druckfläche der Maschine lag, Zwischen diesen beiden Flächen ist dann eine Stahlplatte von 4 cm-Dicke mit parallelen Flächen eingeschaltet. Die Belastung wurde stufenweise gesteigert unter wiederholtem Entlasten auf die Anfangslast von 2,09 t.

1. Die Einrichtungen zur Ermittlung der Formänderungen.

Die Ermittlung der Formänderungen erstreckte sich im wesentlichen auf die Längenänderungen der Säulen. Bei 18 quadratischen Säulen sind außerdem



Abb. 9. Anordnung der Meßapparate bei den Säulen 8, 11, 14, 20, 23 und 50.

auch Querdehnungsmessungen vorgenommen, und zwar bei 9 Säulen am oberen Ende (s. Abb. 9) und bei 9 Säulen in der Mitte (s. Abb. 8).

Die Einrichtung des Querdehnungsmessers ist bereits in Heft 21 Fig. 12 und S. 11 u. ff. beschrieben. Hervorgehoben sei aber unter Hinweis auf Abb. 13 Heft 21, daß bei den vorliegenden Versuchen nur die Meßstrecke 4 Abb. 13, Heft 21 in der Mitte der Querschnittskante beobachtet worden ist. Die Ermittlung der Längenänderungen bezweckte festzustellen,

- a) wie die Verbundstoffe, das Eisen und der Beton, an der Lastaufnahme teilnehmen und
- b) welche Beziehungen zwischen den Belastungen und Längenänderungen der Säulen bis über die Belastung beim Beginn der Rißbildung hinaus bestehen.



Abb. 10. Anordnung der Meßapparate bei den achtseitigen Säulen.

Aus den Ergebnissen der bei den früheren Versuchen (s. Heft. 5 S. 35) angestellten Formänderungsmessungen hatte ich geschlossen, "daß die Verteilung der Spannung über den Beton- und Eisenquerschnitt sowohl mit wachsender Belastung als auch beim wiederholten Lastwechsel sich beständig ändert" und "daß beim Entlasten zwischen beiden Materialien Wechselspannungen entstanden". Zur Feststellung der Spannungsverteilung wurden nun die Beziehungen zwischen der Gesamtbelastung der Säule einerseits und den Längenänderungen sowohl des Betons als auch der Längseisen andrerseits ermittelt und zwar getrennt für beide Verbundstoffe innerhalb derselben Strecken der Säulenlänge. Um hierbei die Unterschiede für verschiedene Meßstrecken möglichst scharf hervortreten zu lassen, mußte die Meßlänge tunlichst gering sein; gewählt ist sie zu 15 cm. Gemessen ist mit Martens schen Spiegelapparaten auf 1/100000 cm.

Außerdem ist die Gesamtlängenabnahme der Säulen zwischen den Druckplatten festgestellt.

Wegen des großen Arbeitsumfanges war es nicht tunlich alle verschiedenartigen Messungen an sämtlichen Säulen vorzunehmen. Gemessen sind daher gleichzeitig:

- A. an den Säulen: 1, 4, 7, 10, 13, 16, 49, 21 und 24
 - α) die Längenänderungen des Betons am Säulen en de
 - β),, ,, der Eisen ,,
 - γ) " Querdehnung in Säulenmitte.
- B. an den Säulen: 2, 5, 17, 8, 11, 14, 20, 23 und 50
 - α) die Längenänderungen des Betons in Säulen mitte
 - β),, ,, ,, der Eisen ,, ,, ¹)
 - y) " Querdehnung am Säulenende.
- C. an den Säulen: 3, 6, 9, 12, 15, 18, 19, 22 und 51
 α) die Längenänderungen des Betons in Säulen mitte
 - β), , , , der Eisen in

 γ) ,, ,, am Säulen en d e.

- D. an den Säulen 25 und 52
 - a) die Längenänderungen des Betons am Säulen en de
 - β) die Querdehnung in Säulen mitte.
- E. an den Säulen 26 und 53
 - a) die Längenänderungen des Betons in Säulen mitte
 - β) die Querdehnung am Säulen en d.e.
- F. an der Säule 27 und an allen achtseitigen Säulen 28 bis 48, s. Abb. 10,
 - α) die Längenänderungen des Betons in Säulen mitte
 - β) die Längenänderungen des Betons am Säulen e n d e.

Um die Schneiden der Meßfedern für die Spiegelapparate an die Längseisen anlegen zu können, wurden einige Tage vor dem Versuch Löcher von 2 cm Durchmesser in den erhärteten Beton eingestemmt, die bis auf die Eisen hineingingen und deren Mitten die Enden der Meßlängen bildeten. Die Anordnung dieser Löcher am Säulenende zeigt Abb. 11 (s. auch Abb. 8 und 9). Die gleiche Anordnung hatten die Löcher auf der gegenüberliegenden Seite der Säule, sofern die Messungen an allen vier Längseisen vorgenommen werden sollten. War nur an zwei Längseisen zu messen, so wurden auf den beiden Seiten auch nur je zwei übereinanderliegende Löcher angebracht, die dann auf beiden Seiten einander senkrecht gegenüberlagen.



1)



¹) Gemessen ist bei den Säulen 21 und 24 unter A und bei 8, 11, 14, 20, 23 und 50 unter B gleichzeitig an allen 4 Eisen (s. Abb. 8 und 9), bei allen übrigen Säulen nur an zwei Eisen. Die Längenänderungen der Säulen innerhalb deren ganzer Länge sind mit 4 Rollenapparaten gemessen, deren Anordnung aus den Abb. 8—10 zu ersehen ist. Sie zeigten den Abstand zwischen den beiden Druckplatten im Uebersetzungsverhältnis von annähernd 1:50 an. Das Mittel aus den vier Beobachtungen ist als "Längenänderung der Säule" angegeben.

Die Belastung wurde stufenweise gesteigert und bei jeder Stufe wurde wiederholt ent- und belastet, bis annähernd gleichbleibende Formänderungen erhalten wurden.

2. Versuchsergebnisse.

A. Vergleich der verschiedenartigen Querbewehrungen bei gleicher Längsbewehrung.

1. Säulen mit quadratischem Querschnitt.

a) Die Querdehnungen bei wachsender Belastung.

Die Beobachtungswerte für die Querdehnungen enthält Tab. 12. Man erkennt, daß die Querdehnung beim wiederholten Belasten der Säule bei der gleichen Beanspruchung mit der Zahl der Lastwechsel fortschreitet. Im allgemeinen sind hierbei aber für Belastungen bis 75 t schließlich gleichbleibende Formänderungen erzielt, während letztere bei höheren Belastungen selbst nach zehnmaligem Wechsel noch zunehmen.

Um eine bessere Uebersicht hinsichtlich des Einflusses der Lage der Meßstelle und der Art der Querbewehrung auf die Querdehnung zu gewinnen, sind die nach den letzten Lastwechseln erzielten Werte in Tab. 13 besonders zusammengestellt und hierbei die für das Säulen en d e geltenden Werte in liegen der Schrift gesetzt.

Auffallend sind die für die Querdehnung am Säulenende bei den ersten drei bis vier Laststufen beobachteten negativen Werte, entsprechend einer Abnahme des Säulendurchmessers. Daß sie auf Zufälligkeiten oder Beobachtungsfehler beruhen, ist ausgeschlossen; dafür bürgt neben ihrer regelmäßigen Wiederkehr am Säulenende der Umstand, daß sie bei den Messungen in Säulenmitte niemals auftreten.

In Säulenmitte nahm der Durchmesser mit wachsender Belastung stetig zu. Bei fünf der untersuchten 9 Paar Säulen blieb die Zunahme des Durchmessers bis zu der höchsten Laststufe, für die Beobachtungen vorliegen, in der Mitte größer als am Ende, bei den anderen vier Paaren erreichten aber die Durchmesserzunahmen am Ende schließlich größere Werte als in der Mitte. Die Umkehrstellen sind durch Klammern in Tab. 13 gekennzeichnet. Zieht man die Brucherscheinungen in Betracht, wie sie in den Lichtbildern Abb. 12 bis 32 zur Anschauung gebracht sind, so scheint es nach der Lage der Bruchstellen, als ob hier schon das örtliche Nachgeben des Betons zur Geltung gekommen ist.

Außerordentlich auffallend ist der verschiedenartige Verlauf der "bleibenden" Querdehnung. Ergaben sich beim erstmaligen Entlasten bleibende Zunahmen des Säulendurchmessers, so wuchs der Durchmesser auch beim wiederholten Entlasten (s. z. B. Säule I und I3 Tab. 12), hatten sich dagegen beim erstmaligen Entlasten für die Querdehnung bleibende negative Werte, also bleibende Abnahmen des Säulendurchmessers ergeben, so wuchsen die negativen Werte bei den ersten Laststufen mit der Zahl der Wiederholungen des Entlastens; bei den späteren Laststufen, also bei höheren Belastungen, nahmen dagegen die negativen Werte beim wiederholten Entlasten ab und gingen schließlich in positive über (s. z. B. Säule 2, 4, 7 Tab. 12). Hierzu kommt, daß sich auch in der



Abb. 12. Säulen 1 bis 3 mit Ringbewehrung (0,5 cm Durchmesser, geschweißt).

Bruchlast = 172 170 kg

= 180440 kg

= 183280 kg.

2

Abb. 13. Säulen 4 bis 6 mit Ringbewehrung (0,7 Durchmesser, geschweißt).



Bruchlast = 201 350 kg

=182 470 kg

= 196680 kg.



Abb. 14. Säulen 7 bis 9 mit Ringbewehrung (0,5 cm Durchmesser, umgehakt).

Bruchlast = 191 200 kg

= 186530 kg

= 195060 kg.

2*



Abb. 15. Säulen 10 bis 12 mit Ringbewehrung (0,7 cm Durchmesser, umgehakt).

Bruchlast = 176720 kg

= 196680 kg

= 204 190 kg.



Abb. 16. Säulen 13 bis 15 mit Diagonalbügel (0,5 cm Durchmesser).

Bruchlast = 185520 kg

= 174240 kg

= 184 500 kg.

18

Abb. 17. Säulen 16 bis 18 mit Diagonalbügel (0,7 cm Durchmesser).

Bruchlast = 182880 kg

= 183280 kg

= 153090.



Abb. 18. Säulen 19 bis 21 mit Spiralbewehrung (0,5 cm Durchmesser).

Bruchlast = 198710 kg

= 165950 kg

= 174240 kg.

.



Abb. 19. Säulen 22 bis 24 mit Spiralbewehrung (0,7 cm Durchmesser).

Bruchlast = 204 800 kg

= 171 340 kg

= 196680 kg.



Abb. 20. Säulen 26 und 27 ohne Bewehrung.

Bruchlast = 179210 kg

= 176730 kg.



Abb. 21. Säulen 28 bis 30 mit Ringbewehrung (0,5 cm Durchmesser, geschweißt).

Bruchlast = 206 010 kg

= 186730 kg

= 194240 kg.



Abb. 22. Säulen 31 bis 33 mit Ringbewehrung (0,7 cm Durchmesser, geschweißt).

Bruchlast = 215950 kg

= 203780 kg

= 225700 kg.

34

Abb. 23. Säulen 34 bis 36 mit Ringbewehrung (0,5 cm Durchmesser, umgehakt).

Bruchlast = 165320 kg

= 189170 kg

== 194040 kg.


Abb. 24. Säulen 37 bis 39 mit Ringbewehrung (0,7 cm Durchmesser, umgehakt).

Bruchlast = 209050 kg

= 203990 kg

= 214940 kg.



Abb. 25. Säulen 40 bis 42 mit Spiralbewehrung (0,5 cm Durchmesser).

Bruchlast = 205410 kg

= 162010 kg

= 194650 kg.

4.5

Abb. 26. Säulen 43 bis 45 mit Spiralbewehrung (0,7 cm Durchmesser).

Bruchlast = 210070 kg

= 192 420 kg

= 192620 kg.



Abb. 27. Säulen 46 bis 48 ohne Bewehrung.

Bruchlast = 174850 kg

= 179420 kg

= 170090 kg

49 50 5

Abb. 28. Säulen 49 bis 51 mit Ringbewehrung (0,7 cm Durchmesser, umgehakt).

Bruchlast = 251 180 kg

= 246460 kg

= 215960 kg.

Abb. 29. Hohle Säulen 55 bis 57 mit Spiralbewehrung (0,7 cm Durchmesser). Durchmesser des Hohlraumes = 10 cm; Durchmesser der Spirale = 28 cm.



Bruchlast = 174660 kg

= 177 150 kg

= 165950 kg.

Abb. 30. Hohle Säulen 58 bis 60 mit Spiralbewehrung (0,7 cm Durchmesser). Durchmesser des Hohlraumes = 10 cm; Durchmesser der Spirale = 28 cm.



Bruchlast = 197700 kg

= 199520 kg

= 185720 kg.

3*

Abb. 30a. Hohle Säule ohne Bewehrung. Durchmesser des Hohlraumes == 10 cm.



Bruchlast = 141680 kg.





Abb. 32. Säulen 65 bis 67 mit Spiralbewehrung (1,2 cm Durchmesser, $\sigma_{g}=3400$ kg/qcm).

Bruchlast = 375240 kg

= 376240 kg

= 367 870 kg.

Mitte einiger Säulen, wo die Gesamtquerdehnungen durchweg positive Werte ergeben hatten, nach dem Entlasten negative Werte einstellten und daß am Säulenende die negativen bleibenden Dehnungen z. T. größer waren als diejenigen unter der Belastung. Eine sichere Erklärung hierfür konnte nicht gefunden werden. Es möge aber darauf hingewiesen werden, daß hier vielleicht die Neigung des Betons, beim Erhärten zu schwinden, eine Rolle spielte, indem beim wiederholten Be- und Entlasten die Spannungen ausgelöst wurden, die dadurch in dem erhärtenden Beton entstanden waren, daß die Bewehrungen dem Schwinden durch Reaktionskräfte entgegenwirkten, sofern der Beton an ihnen haftete.

Abgesehen von der Probe, ergaben sich für die bewehrten Säulen, in Uebereinstimmung mit den früheren Versuchen, bei Belastungen bis zu 73,7 t in der Mitte geringere Querdehnungen als für die unbewehrten Säulen, bei höheren Belastungen stellte sich aber das umgekehrte Verhältnis ein. Für die Messungen am Säulenende tritt diese Umkehr z. T. schon bei etwa 33,3 t Belastung ein.

Ein ausgesprochener Einfluß der Verschiedenartigkeit der Querbewehrungen auf die Querdehnung der Säulen tritt bei den vorliegenden Versuchen nicht zutage.

b) Längenänderungen der Längseisen in den Säulen mit quadratischem Querschnitt.

Die für die einzelnen Laststufen bis zu 145800 kg Höchstlast beim wiederholten Be- und Entlasten beobachteten gesamten, bleibenden und federnden Längenänderungen der Längseisen sind in Tab. 14–21 zusammengestellt.



Abb. 33.

Verkürzung der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 12 530 kg. Gemessen: • • • am Ende, × • • • • × in der Mitte.

Verkürzung in cm 10-5.

Für die Säulen 3, 6, 9, 12, 15, 18, 19 und 22, bei denen die Messungen am Säulenende und in der Mitte gleichzeitig erfolgten (s. Abschnitt V. 1 Reihe C), ist der Verlauf der Gesamt-Längenänderungen bei den wiederholten Beanspruchungen mit den gleichen Belastungen durch Schaulinien dargestellt. Abb. 33 und 34 zeigen die Linien für 12530 und 22960 kg Belastung, und zwar haben hier die Linien für die Beobachtungen am Säulenende und in der Mitte derselben Säule den gleichen Nullpunkt des Koordinatensystems. Die für das Säulenende geltenden Linien sind voll ausgezogen, diejenigen für die Mitte der Säulen gestrichelt. Die Zugehörigkeit der Linienpaare zu derselben Säule ist durch

Abb. 34. Verkürzung der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 22 960 kg.



Verkürzung in cm 10-5.

Klammern mit der darunterstehenden Säulennummer gekennzeichnet. Die an den Enden der Linien stehenden Zahlenwerte geben die beobachteten Verkürzungen der Eisen in cm 10⁻⁵ bei der ersten und letzten Beanspruchung mit derselben Laststufe an.

Bei Belastungen über 22960 kg wurde die vorgenannte Darstellungsweise zu sperrig. Daher sind die Schaulinien für die Belastungen von 33 t ab in Abb. 35 bis 39 nach den Beobachtungen am Säulenende und nach denen in der Mitte getrennt dargestellt, die ersteren in der unteren, die letzteren in der oberen Reihe. Die Zusammengehörigkeit der beiden Linien ist hierbei durch die gleichartigen Zeichen für die Beobachtungspunkte und durch die gleichartige Ausführung der Schaulinien sowie durch die neben den letzteren angegebenen Säulennummern gekennzeichnet.

Aus der Neigung der Schaulinien Abb. 33 bis 39 ergibt sich für die Belastungen bis zu 145800 kg Höchstlast,

 a) daß die Gesamtverkürzungen der Eisen in der Mitte aller Säulen und unter allen Laststufen bei Wiederholung derselben Beanspruchung zunahmen. Dagegen nahmen

Abb. 35.

Verkürzung der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 33 330 kg.



Verkürzung in cm 10⁻⁵.

b) die Gesamt-Verkürzungen der Längseisen am oberen Säulenende bei wiederholter Beanspruchung der Säule mit der gleichen Belastung bei geringeren Belastungen ab und erst bei höheren Belastungen ebenfalls zu. Die Grenze zwischen diesem verschiedenartigen Verhalten der Längseisen liegt etwa bei 100 t. Versuche an deu Säulen mit quadratischem Querschnitt.

c) die federnden Verkürzungen der Längseisen zeigen nach den Werten der Tab. 14-21 beim wiederholten Belasten der Säulen das gleiche Verhalten wie die Gesamtverkürzungen.



Abb. 36.

Verkürzung der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 53750 kg.

Verkürzung in cm 10⁻⁵.

d) die Beobachtungen Tab. 14-21 für die bleibenden Längenänderungen der Längseisen nach dem Entlasten der Säulen lassen die beachtenswerte Erscheinung zutage treten, daß die Längseisen sich in der Säulenmitte bleibend verkürzten, und zwar zunehmend mit der Zahl der Belastungswechsel,

Versuche an den Säulen mit quadratischem Querschnitt.

daß dagegen die Länge der Eisen am Säulenende nach dem Entlasten auf 2090 kg größer gefunden wurde, als sie ursprünglich in der mit 2090 kg belasteten Säule gewesen war. Hierbei wuchs diese Längenzunahme der Eisen mit der Zahl der Lastwechsel.



Abb. 37.

Verkürzungen der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 73 710 kg.

Die Erklärung für diese eigenartige Erscheinung suche ich darin, daß die Längseisen infolge Schwindens des an ihnen haftenden Betons unter Druckspannungen kommen, die sich beim Belastungswechsel allmählich auslösen, indem der Zusammenhang zwischen Beton und Eisen sich lockert.

Versuche an den Säulen mit quadratischem Querschnitt.

In Tab. 22 sind die bei dem letztmaligen Lastwechsel für die einzelnen Laststufen erzielten Längenänderungen der Eisen (s. Tab. 14 bis 21), getrennt nach den Messungen am Ende der Säulen und in deren Mitte, gegenübergestellt. Vergleicht man zunächst die beiden Mittelwerte für die Säulen gleicher Bewehrung miteinander, so ergibt sich, daß

e) die Gesamtverkürzungen der Längseisen bei 12530 kg Belastung teils am Ende, teils in der Mitte die größeren waren, daß aber die Längs-



Abb. 38.

Verkürzung der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 98 500 kg.

Verkürzung in cm 10⁻⁵.

eisen bei allen weiteren Laststufen ohne Ausnahme in der Mitte größere Verkürzungen erlitten als am Ende. Der prozentuelle Unterschied wächst, wie die Endwerte der Tab. 22 zeigen, mit zunehmender Belastung der Säulen. Hieraus folgt aber, daß die Längseisen bei derselben Belastung der Säule in deren Mitte höher beansprucht waren, also einen größeren Anteil der Gesamtbelastung aufnahmen als an den Enden der Säulen.

Der Vergleich der Mittelwerte für die Messungen in der Mitte und am Ende der Säulen bei der gleichen Bewehrungsform ergibt, daß

f) die Längseisen in den mit umgehakten Ringen und mit Diagonal-Bügeln bewehrten Säulen sowohl am Ende als auch in der Mitte bei der stärkeren Querbewehrung (0,7 cm-Eisenstärke) ausnahmslos größere Verkürzungen erlitten als bei der schwächeren (0,5 cm) Querbewehrung. Das Gleiche gilt bei den Säulen mit geschweißten Ringen für die Längenänderungen der Eisen in der Mitte; dagegen war die Längenabnahme der Längseisen bei den Säulen mit geschweißten Ringen am Ende und bei den spiralbewehrten Säulen an beiden Meßstellen (Mitte und Ende) bei den dickeren Quereisen die geringere.

Abb. 39.

Verkürzung der Längseisen beim wiederholten Belasten der Säulen bis 145800 kg.



Anzahl der Belastungen.

Verkürzung in cm 10⁻⁵.

Vergleicht man schließlich noch die Mittelwerte Tab. 22 für die vier verschiedenen Formen der Querbewehrung bei gleichem Eisendurchmesser und gleicher Lage der Meßstelle (am Ende oder in der Mitte) mit einander, so ergibt sich, daß

g) die Form der Querbewehrung bis zu 145,8 t Belastung keinen gesetzmäßigen Einfluß auf die Längenänderungen der Längseisen in den quadratischen Säulen ausübte.

In Heft 21, Seite 55, hatte ich der Ansicht, "daß der Beton oder Mörtel zwischen den Endflächen der Längseisen und der Druckfläche (der Beton- oder Mörtel-Zylinder über den Längseisen) zuerst zerstört werde und dann Sprengwirkungen äußere", die Beobachtung entgegengehalten, "daß der Beton oder die Abgleichschicht an den Stellen über den Längseisen aus der Endfläche der Säule meßbar herausgetreten war", und aus dieser Beobachtung geschlossen, "daß nach dem Freiwerden der Druckfläche nach außen rückwirkende Kräfte ausgelöst sein Versuche an den Säulen mit quadratischem Querschnitt.

mußten". Diese Ansicht findet in dem vorstehend unter d) zusammengefaßten Ergebnis, daß die Längseisen nach dem Belasten und Wiederentlasten der Säulen sich an deren Ende tatsächlich sogar länger erwiesen, als sie vor dem Versuch gewesen waren, volle Bestätigung und dürfte nunmehr die Erscheinung der eigenartigen Rißbildungen in den Druckflächen über den Längseisen (s. Abb. 18 Heft 21) ihre endgültige Erklärung gefunden haben.

c) Längenänderungen des Betons in den Säulen mit quadratischem Querschnitt.

Die für die einzelnen Laststufen beim wiederholten Be- und Entlasten der Säulen beobachteten gesamten, bleibenden und federnden Längenänderungen des Betons der bewehrten Säulen sind in Tab. 23 bis 30 zusammengestellt. Tab. 31 enthält die Beobachtungen an den unbewehrten Säulen.

Aus den Beobachtungen ergibt sich folgendes:

- a) die gesamten, bleibenden und federnden Verk
 ürzungen des Betons nahmen sowohl in der Mitte als auch an den oberen Enden der S
 äulen bei Wiederholung derselben Belastung mit der Zahl der Lastwechsel zu.
- b) Ein gesetzmäßiger Einfluß der Lage der Meßstelle (am Ende oder in der Mitte der Säule) auf die Längenabnahmen des Betons tritt an den Werten für die Säulen gleicher Bewehrungsart nicht zutage.

Faßt man ohne Rücksicht auf die Art der Querbewehrung die Werte für alle Säulen getrennt nach den beiden Meßstellen zu Mitteln zusammen, s. Tab. 32, so ergeben sich:

- c) am Ende der Säulen größere Längenabnahmen des Betons als in der Mitte, und zwar sowohl bei den bewehrten als auch bei den unbewehrten Säulen und
- d) für den Beton der **bewehrten** Säulen sowohl am Ende als auch in der Mitte bei den gleichen Belastungen **größere** Längenabnahmen, als für den Beton der unbewehrten Säulen.
- e) Nach dem Entlasten wies der Beton sowohl am oberen Ende als auch in der Mitte der Säule stets bleibende Längen abnahme auf (s. Abschnitt b.).

d) Aenderung der Gesamtlänge der Säulen mit quadratischem Querschnitt.

Die Gesamt-Längenabnahmen der quadratischen Säulen zwischen den Druckplatten sind nach den Werten Tab. 33 und 33a tür die einzelnen Proben in Abb. 40 durch Schaulinien dargestellt. An den Säulen 1, 4, 7, 10, 13, 16 und 25 sind diese Messungen nicht ausgeführt.

Die Mittelwerte Tab. 33 lassen erkennen, daß die Längenabnahmen der Säulen zwischen den Druckplatten bis zu 145,8 t-Belastung durch keine der vier verschiedenartigen Bewehrungen gesetzmäßig beeinflußt sind. Sowohl die gesamten als auch die bleibenden sowie die federnden Verkürzungen sind bei den bewehrten Säulen meist etwas größer als bei den unbewehrten; ferner sind sie auch bei den Säulen mit den Querbewehrungen aus Eisen von 0,7 cm Durchmesser meistens sogar größer als bei den Säulen mit der schwächeren Querbewehrung (0,5 cm-Durchmesser).

Die Schaulinien Abb. 40 lassen erkennen, daß nach dem Eintritt der ersten Risse bei den an den einzelnen Schaulinien durch Kreise gekennzeichneten Belastungen noch eine weitere Steigerung der Belastung möglich war.

e) Die Festigkeit der quadratischen Säulen.

Die für die quadratischen Säulen beobachteten Belastungen beim Beginn der Rißbildung und die Bruchlasten sind aus Tab. 34 zu ersehen. Den letzteren sind zugleich die Bruchlasten der mit den Säulen gleichzeitig gefertigten Würfel





Versuche an den Säulen mit quadratischem Querschnitt.

gegenübergestellt. Die an den Säulen zu beobachtenden Brucherscheinungen zeigen die Abb. 12 bis 32.

Zunächst möge nochmals darauf hingewiesen sein, daß die den Säulen 20 und 23 zugehörigen Betonwürfel auffallend geringe Festigkeiten ergeben haben. Die Ursache hierfür hat nicht festgestellt werden können. Die Werte weichen aber von denen der übrigen Würfel so außerordentlich ab, daß es mir erforderlich erschien, sie von der Mittelbildung auszuschließen, um nicht das Endergebnis durch zufällige Erscheinungen zu trüben.

Nach Ausschluß dieser beiden Werte beträgt die mittlere Würfelfestigkeit des zu den quadratischen Säulen verarbeiteten Betons aus 1 Gewichtsteile Zement und 4 Gewichtsteilen Zuschlagsmaterial ²¹⁰⁶⁵⁰ — 224 kg/acm

900

Abb. 41.





Das mittlere Verhältnis der Bruchfestigkeit der unbewehrten Säulen zur Würfelfestigkeit des Betons beträgt $84^{0}/_{0}$. Bei den früheren Versuchen (s. Heft 21, Abb. 34) war es zu $80^{0}/_{0}$ ermittelt.

Durch die Bewehrungen ist das Verhältnis $P: P_1$ der Säulenfestigkeit zur Würfelfestigkeit des Betons, wie Abb. 41 zeigt, im allgemeinen gesteigert; nur bei den Säulen Gruppe c mit Diagonalbügel aus Eisen von 0,7 cm-Durchmesser nicht; hierbei ist aber zu beachten, daß die Bruchfestigkeit der Säule 18 mit 153 t von den Festigkeiten der beiden anderen gleichartigen Säulen mit 183 t auffallend abweicht. Die größte Steigerung des Verhältnisses $P: P_1$ ist mit der Spiralbewehrung aus 0,7 cm-Eisen erzielt, bei der die Säulenfestigkeit nahezu die Würfelfestigkeit erreichte. Bei allen anderen Querbewehrungen beträgt der Unterschied zwischen Würfelfestigkeit und Säulenfestigkeit nur wenige Prozente.

Bei Beurteilung des Verhältnisses $P: P_1$ bleibt zu beachten, daß zu jeder Säule immer nur ein Würfel gefertigt ist und die Einzelwerte für die Würfel recht erheblich voneinander abweichen. Es steht keineswegs fest, daß die an dem Würfel beobachtete Festigkeit tatsächlich der Festigkeit des Betons in der gleichzeitig gefertigten Säule entspricht (s. die Ergebnisse für die unbewehrten Säulen). Daher kommt m. E. die Wirkung der verschiedenartigen Bewehrungen besser in den absoluten Säulenfestigkeiten zum Ausdruck.

Abb. 42 zeigt die Gegenüberstellung der Mittelwerte für die absoluten Säulenfestigkeiten. Hiernach lieferten die Säulen mit Diagonalbügeln die geringsten mittleren Festigkeiten. Im übrigen wird man den Einfluß der Ringe, gleichgültig ob sie geschweißt oder umgehakt sind, auf die Säulenfestigkeit als gleichgroß erachten können. Aus der Lage der beiden Linienzüge Abb. 42 zueinander ergibt sich ferner, daß die Säulen mit Querbewehrungen aus Eisen von 0,5 cm Durchmesser geringere Festigkeiten besaßen als bei den Bewehrungen aus Eisen von 0,7 cm Durchmesser. Bei den Säulen Reihe a und d (geschweißte Ringe und Spirale) ist der Unterschied beträchtlich, bei Reihe b (umgehakte Ringe) nur gering und bei Reihe c (Diagonalbügel) lieferte sogar die schwächere Bewehrung die höhere Säulenfestigkeit. Die Festigkeitssteigerungen durch die Bewehrungen



Abb. 42. Bruchfestigkeit der verschiedenartig bewehrten quadratischen Säulen.

betrugen für		0,5 cm	0,7 cm	Eisenstärke
beim geschweißten Ring		0,8%/0	9,2%	
beim umgehakten Ring		7,7%/0	8,6 º/o	
beim Diagonalbügel		2,4%/0	-2,3 ⁰ /0	
bei der Spirale		5,20/0	13,20/0	

2. Achtseitige Säulen.

Bei den achtseitigen Säulen (Nr. 28 bis 45 Tab. 1) waren die Querbewehrungen ebenso wie bei den quadratischen (Nr. 1 bis 24) in allen drei Formen sowohl aus Eisen von 0,5 cm als auch von 0,7 cm Durchmesser gefertigt. Anßerdem sind noch drei Säulen (65 bis 67 Tab. 1) mit Spiralbewehrung aus Eisen von 1,2 cm Durchmesser untersucht, um den Einfluß stärkerer Bewehrung kennen zu lernen. Die Ganghöhe betrug auch bei den 1,2 cm-Spiralen ebenso wie bei den schwächeren 3 cm.

Diese stärker bewehrten Säulen sind S. 2 und 3 unter Reihe E genannt, ihre Ergebnisse sollen aber der Kürze wegen im nachstehenden gleich mit besprochen werden.

4

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, Heft 28.

a) Längenänderungen des Betons in den achtseitigen Säulen.

Die für die einzelnen Laststufen beim wiederholten Be- und Entlasten der Säulen beobachteten gesamten, bleibenden und federnden Längenänderungen des Betons der bewehrten Säulen 28 bis 45 und 65 bis 67 (s. Tab. 1) sind in Tab. 35 bis 41 zusammengestellt. Tab. 42 enthält die Beobachtungen für die unbewehrten Säulen 46 bis 48 und Tab. 43, die Gegenüberstellung der bei dem letztmaligen Lastwechsel für die einzelnen Laststufen erzielten Verkürzungen am Ende und in der Mitte der Säulen.

Aus den Beobachtungen ergibt sich folgendes:

 a) Die gesamten, bleibenden und federnden Verkürzungen des Betons nahmen sowohl in der Mitte der Säulen als auch an deren oberem Ende bei Wiederholung derselben Belastung mit der Zahl der Lastwechsel zu.



- b) Mit nur zwei Ausnahmen (Säule 31 und 35) sind die Verkürzungen bei den bewehrten Säulen an deren Ende größer als in der Mitte. Dies Ergebnis tritt in dem steileren Verlauf der Linien B, Abb. 43, gegenüber den Linien A deutlich zutage; es deckt sich mit den Mittelwerten aus den Beobachtungen an den bewehrten quadratischen Säulen (s. Abschnitt 1 c). Von den unbewehrten Säulen Nr. 46 bis 48 (s. Tab. 43) zeigt nur Säule 47 ebenfalls die größten Verkürzungen bei allen Laststufen am oberen Ende, bei den beiden anderen Säulen Nr. 46 und 48 ist dagegen schon von 33 bez. 53 t Belastung ab, die Verkürzung in der Mitte die größere.
- c) Ebenso wie bei den quadratischen Säulen, war die Verkürzung des Betons der bewehrten achtseitigen Säulen sowohl am Ende als auch in der Mitte bei den gleichen Belastungen größer als die des Betons in den unbewehrten

Säulen. Der Unterschied war bei den Säulen mit Spiralbewehrung größer als bei den Säulen mit Ringen und am Ende der Säulen größer als in der Mitte (s. a. Abb. 43). Diese Beobachtung gilt im allgemeinen für Belastungen bis 98500 kg und selbst 145800 kg, nur bei den mit umgehakten Ringen aus 0,7 cm-Eisen und Spiralen aus 1,2 cm-Eisen bewehrten Säulen war die Verkürzung des Beton in Säulenmitte von 33 und 53 t ab geringer als in den unbewehrten Säulen.

- d) Bei derselben Bewehrungsform war die Verkürzung des Betons in den Säulen für die gleichen Belastungen bei Bewehrungen aus 0,5 cm-Eisen größer als bei den Querbewehrungen aus 0,7 cm-Eisen (s. a. Abb. 43).
- e) Die Verkürzung des Betons war bei gleicher Stärke des Bewehrungseisens in den spiralbewehrten Säulen größer als in den ringbewehrten. Der Unterschied war an den Säulenenden größer ($\cong 15^{0}/_{0}$) als in der Mitte ($\cong 2-3^{0}/_{0}$).

b) Aenderung der Gesamtlänge der Säulen.

Die Gesamtverkürzungen der achtseitigen Säulen zwischen den Druckplatten sind in Tab. 44 und 45 zusammengestellt; die Mittelwerte Tab. 44 lassen erkennen, daß die Gesamtverkürzung der achtseigen Säulen bis zu 33,3 t Belastung durch die Bewehrungen den unbewehrten gegenüber nicht gesetzmäßig beeinflußt ist. Bei höheren Belastungen ist die federnde Verkürzung aller bewehrten Säulen größer als die der unbewehrten, anscheinend überwiegt aber auch die Gesamtverkürzung mit wachsender Belastung immer mehr bei den bewehrten Säulen.

Die Säulen mit den Querbewehrungen aus Eisen von 0,7 cm Durchmesser zeigten bei Ringen kleinere, bei Spiralen größere Verkürzung als die Säulen mit der schwächeren (0,5 cm) Querbewehrung. Bei Bewehrung mit Spiralen aus 1,2 cm-Eisen waren die Verkürzungen der Säulen aber geringer als bei den 0,5 cm-Spiralen.

Die nach den Mittelwerten Tab. 44 und 45 aufgetragenen Schaulinien Abb. 44 lassen folgendes erkennen:

- α) Die unbewehrten Säulen (Linie i Abb. 44) verkürzten sich bis zu etwa 100 t der Belastung nahezu proportional, bei höherer Belastung wuchs die Verkürzung in stärkerem Maße, so daß die Schaulinie i bei der Ordinate 100 einen Knick aufweist.
- β) Die Schaulinien f, g, h für die bewehrten Säulen (Gruppe A mit 0,5 cm-Eisen, B mit 0,7 cm-Eisen) zeigen bei etwa 100 t Belastung den gleichen Knick wie die Linie i; oberhalb 145 t verlaufen sie aber zunächst wieder steiler, bis sie bei etwa 175 t starke Krümmung im Sinne stärker anwachsender Verkürzung der Säulen annehmen.

Bis zum ersten Knick bei 100 t war die Verkürzung der bewehrten Säulen teils geringer, teils größer als die der unbewehrten; die Unterschiede sind aber nur sehr klein und auch zwischen 100 und 145 t Belastung ist die Neigung der Schaulinien f, g und h für die bewehrten Säulen (abgesehen von Linie h für die mit 0,7 cm starken Spiralen bewehrten Säulen) annähernd die gleiche, wie die der Schaulinie i für die unbewehrten Säulen. Diese gute Uebereinstimmung in dem Verlauf der Schaulinien beweist,

γ) daß die Bewehrungen bis zu 145 t Belastung keinen wesentlichen Einfluß auf den Widerstand der Säulen gegen Druckbeanspruchung ausübten. 145 t sind aber diejenige Belastung, bei der an den unbewehrten Säulen die ersten Risse, also die beginnende Zerstörung des Betons, wahrgenommen wurden. Der steilere Verlauf oberhalb 145 t deutet darauf, daß

 δ) der Einfluß der Bewehrung mit Ueberschreitung von 145 t, d. h. mit dem Beginn der Zerstörung des Betons sich geltend machte.



Mit Ueberschreitung von 180 t nahm nicht nur die Ausdehnung der Risse im Beton der bewehrten Säulen stark zu, sondern zum Teil fiel die Schale, d. i. der Beton außerhalb der Bewehrung, vollständig ab (s. Abb. 21 bis 26 und 32). Trotzdem konnte die Belastung bis zu den aus Tab. 46 ersichtlichen Höchstbelastungen weiter gesteigert werden. Hierbei machte sich aber der Einfluß der Geschwindigkeit, auf die der Wasserzufluß zum hydraulischen Zylinder eingestellt, mit der also der Kolben der Presse bewegt wurde, deutlich geltend.

¹) Zu g ist Säule 34 und zu h Säule 41 und 44 außer acht gelassen, weil sie nach Formänderung und Druckfestigkeit augenscheinlich fehlerhaft waren.

c) Die Festigkeit der achtseitigen Säulen.

Bei Bildung der Mittelwerte in Tab. 46 sind die Ergebnisse für die Säulen 34 (Reihe g) sowie 41 und 44 (Reihe h) ausgeschlossen; Säule 34 weicht sowohl hinsichtlich der Verkürzungen als auch in der Bruchbelastung so erheblich von den beiden auderen gleichartig bewehrten Säulen 35 und 36 ab, daß sie als fehlerhaft angesehen werden mußte. Für die Säulen 41 und 44 gilt das unter Abschnitt e Seite 20 zu den Säulen 20 und 23 Gesagte.

Die mittlere Würfelfestigkeit des zu den achtseitigen Säulen verarbeiteten Betons beträgt $\frac{210730}{900} = 234$ kg/qcm und das mittlere Verhältnis der Bruchfestigkeit der unbewehrten Säulen zur Würfelfestigkeit des Betons $810/_0$.

α) Einfluß der Bewehrungen aus Eisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser.



Durch die Bewehrungen mit Eisen aus 0,5 und 0,7 cm Durchmesser ist das Verhältnis der Säulenfestigkeit P zur Würfelfestigkeit P_1 des Betons (s. Abb. 45) am meisten durch die Bewehrung mit geschweißten Ringen (Reihe f) gesteigert. Im Mittel für alle drei Bewehrungsformen beträgt das Verhältnis $P: P_1$ bei der 0,5 cm starken Bewehrung 94 $^0/_0$, bei der 0,7 cm starken Bewehrung 100 $^0/_0$. Bei der letzteren ist also in der bewehrten Säule die Würfelfestigkeit des Betons erreicht.

Die mittleren absoluten Bruchfestigkeiten der Säulen zeigen die Schaulinien Abb. 46. Hiernach ist die höchste Säulenfestigkeit bei Bewehrung mit 0,5 cm-Eisen mit der Spirale und bei Bewehrung mit 0,7 cm-Eisen mit den geschweißten Ringen erzielt. Die Festigkeitssteigerungen durch die Bewehrungen betragen: bei geschweißten Ringen umgehakten Ringen Spiralen 14,5^{°/}₀ 15,2^{°/}₀ aus 0,5 cm-Eisen: 12.0 0.6 19,8 aus 0,7 cm-Eisen: 23,1 $15,2^{0}/_{0}$ 14,8⁰/₀ im Mittel: 17,6 14,7 bezogen auf die Festigkeit der unbewehrten Säulen.



Hiernach gibt sich ein erhöhter Einfluß der Bewehrung aus 0,7-cm-Eisen gegenüber derjenigen aus 0,5 cm-Eisen nur bei den Ringen zu erkennen. Im übrigen haben die Ringe sich bezüglich des Einflusses auf die Festigkeit der Säulen mit den Spiralen als gleichwertig erwiesen, sofern der Ringabstand gleich der Steigung der Spirale gewählt wird.

Zu beachten bleibt hierbei noch, daß die den Spiralen entnommenen Zugproben (s. Tab. 9 und 46) höhere Streckgrenzen und höhere Bruchfestigkeiten ergaben als die Proben aus den Ringen (s. Abschnitt IX, 2.).

β) Bewehrung mit Spiralen aus Eisen von verschiedenem Durchmesser.

Die Ergebnisse der Reihe h (Tab. 46) sind dadurch in etwas getrübt, daß der Beton zu den Säulen mit den Spiralen aus 0,7 cm-Eisen auffallend geringe Festigkeit aufweist; sie beträgt nur $\frac{199\,200}{900} = 221$ kg/qcm gegen $\frac{217\,650}{900} =$

242 bezw. $\frac{216130}{900}$ = 240 kg/qcm bei den Säulen mit Spiralen aus 0,5 cm- bezw.

1,2 cm-Eisen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die vorerwähnte geringe Betonfestigkeit die Ursache dafür war, daß die Spirale aus dem 0,7 cm-Eisen nur um 201 350 -200030 = 1320 kg höhere Säulenfestigkeit lieferte als die Spirale aus 0,5 cm-Eisen.

Ganz außerordentlich groß war die Steigerung der Säulenfestigkeit bei der 1,2 cm-Spirale, sie betrug gegenüber derjenigen bei der 0,5 cm-Spirale 373120–200030 == 173090 kg oder $86,5^0/_0$ und gegenüber der unbewehrten 373120–174790 == 198330 kg oder 114 $^0/_0$; die Festigkeit der mit 1,2 cm-Spiralen bewehrten Säulen war also über doppelt so groß als die der unbewehrten.

Die Verhältniszahlen für die Säulenfestigkeit: Würfelfestigkeit des Betons $(P:P_1)$ betragen 92, 101 und 174 $^0/_0$. Hiernach wurde die Würfelfestigkeit des Betons mit der 0,7 cm-Spirale erreicht, bei der 1,2 cm-Spirale aber noch um 74 $^0/_0$ überschritten.

d) Lage des Bruches.

Bei den früheren Untersuchungen (Heft 5 und 21), zu denen die Versuchsstücke in Holzformen gestampft waren, lag der Bruch der Säulen meistens an dem zuletzt gestampften Ende und auf Grund besonderer Versuche konnte ich die Ursache für diese Erscheinung darauf zurückführen, daß sofort nach beendetem Einstampfen der Beton am oberen Ende der Säulen den größten Wassergehalt und das geringste Raumgewicht, also die geringste Dichte besaß (s. Heft 5, S. 105—109).

Bei den hier zur Besprechung stehenden Versuchsreihen, zu denen die Proben in eisernen Formen gestampft sind, ist nun, wie die Lichtbilder Abb. 12-32 zeigen, eine sehr große Anzahl der Säulen nicht unter der oberen Druckplatte durch Herausscheren der Pyramide zerstört, sondern die Bruchstelle liegt mehr oder weniger weit von dem Ende entfernt.

Zur Aufklärung dieser den früheren Beobachtungen widersprechenden Erscheinung sind zunächst zwei Säulen (Nr. 73 und 74) ohne Bewehrung genau in der gleichen Weise wie die übrigen gefertigt und diesen Säulen, nachdem sie 80 Tage lang unter den gleichen Bedingungen gestanden hatten wie die übrigen, je drei Abschnitte in Form von Würfeln entnommen, und zwar ein Abschnitt am oberen Ende, der zweite in der Mitte und der dritte am unteren Ende. Die mit diesen Würfeln bei 90 Tage Alter vorgenommenen Gewichtsbestimmungen und Druckversuche führten zu den folgenden Ergebnissen:

Lage des Würfels in	der Säule:	oben	Mitte	unten
Gewichte der Würfel in kg	aus Säule 73 ,, ,, 74 Mittel	63,5 63,3 63,4	63,9 64,6 64,3	64,9 65,4 65,2
Druckfestigkeit der Würfel in kg	aus Säule 73 ,, ,, 74 Mittel	1 90 500 1 87 800 189 150	171 700 182 400 177 050	195 800 206 500 201 150
Mittlere Würfelfestigkeit des	Betons kg/qcm	210	197	224
Verhältniszahlen $^{0}/_{0}$	Gewicht Würfelfestigkeit	98,5 106,5	100 100	101,4 113,5

Die ermittelten Gewichte der Würfel bestätigen die frühere Beobachtung, daß das Raumgewicht des Betons in den Säulen von unten (zuerst gestampftes Ende) nach oben hin abnimmt.

Die Druckfestigkeit des Betons war bei beiden Säulen in deren Mitte bei weitem am geringsten und unten am größten. Ohne dies Ergebnis verallgemeinern zu wollen, erscheint es mir hiernach aber ohne weiteres erklärlich, daß der Bruch der Säulen vielfach in der Mitte erfolgte.

Hier möge auch der Hinweis auf folgendes Ergebnis Platz finden. Die Würfelfestigkeit des unmittelbar in die Würfelform eingestampften Betons, sowohl der quadratischen als auch der achtseitigen Säulen, hatte (s. S. 48 und 53) 234 kg/qcm betragen, an den von den Säulen abgetrennten Proben ist die Höchstfestigkeit am unteren Säulenende zu 224 kg/qcm ermittelt, sie geht aber für die Mitte auf 197 kg/qcm herunter. Diese Ergebnisse deuten darauf, daß der Beton in der Säule geringere Festigkeit besitzt als in dem gleichzeitig gefertigten Würfel.

Zur weiteren Aufklärung der Festigkeitsunterschiede des Betons aus verschiedenen Höhenlagen sind einer dritten unbewehrten Säule ebenfalls an beiden Enden und in der Mitte Betonproben entnommen, und zwar:

a) 20 Minuten nach beendetem Stampfen;

b) 5 Stunden nach beendetem Stampfen, d. h. nach Beginn des Abbindens und Nachlassen des Austretens von Wasser aus den Fugen der Form und c) der zwei Tage alten Säule beim Entformen.

Zur Probenentnahme für a) und b) wurde die Form mit der Säule umgelegt, eine Formwand abgehoben, die Betonproben schnell herausgestochen und die Form dann wieder aufgerichtet.

Die Untersuchung der entnommenen Proben auf Wassergehalt lieferte folgende Ergebnisse:

Probeentnahme	e	Wassergehalt des		
		oben	Mitte	unten
20 Minuten	1	10,2	8,0	6,4
20 Minuten	{	9,6	8,4	6,4
nach beendetem Stampfen	Mittel	9,9	8,2	6,4
5 Stunden nach beendetem Stampfen	1	8, ī	(11,2)	5,1
	{	7, t	6,2	5,6
	Mittel	7,6	[6,2]	5,4
aus der 2 Tage alten Säule	1	6,3	6,4	5,4
	{	6,4	6,4	6,0
	Mittel	6,4	6,4	5,7

Die Ergebnisse bestätigen zunächst die frühere Beobachtung (s. Heft 5, S. 109), daß der Wassergehalt des Betons in der Säule von unten nach oben hin stetig zunimmt. Weiter zeigt sich, daß die Unterschiede in den Werten sich bei höherem Alter des Betons immmer mehr ausgleichen, daß der Wassergehalt aber auch nach zwei Tagen Erhärtung am unteren Ende der Säule immer noch am geringsten ist.

3. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die vorstehend besprochenen Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1. Bei wiederholtem Lastwechsel nahmen
 - a) die gesamten bleibenden und federnden Verkürzungen des Betons sowohl am Ende als auch in der Mitte der Säulen mit der Zahl der Lastwechsel zu;

- b) die Längseisen erlitten
 - α) in Säulen mitte ebenfalls ständige Zunahme der Verkürzung;
 - $\beta)$ am Säulen en de dagegen nahmen ihre gesamten und elastischen Verkürzungen bei Laststufen bis zu 100 t ab, bei höheren ebenfalls zu und
 - γ) die Gesamtlänge der Eisen war am Säulenende nach dem Entlasten größer als vor dem Belasten.
- 2. Die Längenänderungen waren bei der gleichen Belastung am Säulenende andere als in der Mitte, und zwar war:
 - a) die Verkürzung der Längseisen in der Mitte größer als am Ende, wobei der Unterschied mit der Größe der Belastung zunahm;
 - b) die Verkürzung des Betons sowohl bei den bewehrten als auch bei den unbewehrten Säulen in der Mitte geringer als am Ende;
 - c) die Verkürzungen der Eisen in Säulenmitte größer, am Ende kleiner als die des Betons.
- 3. Die Gesamtlängenabnahme der Säulen zwischen den Druckplatten war sowohl bei den quadratischen als auch bei den achtseitigen Säulen bis 100 t der Belastung nahezu proportional, bei höheren Belastungen wuchs die Verkürzung in stärkerem Maße als die Belastung. Bei mehr als 175 t trat eine sehr starke Verkürzung aller bewehrten Säulen ein.
- 4. Der allgemeine Einfluß der Bewehrungen äußerte sich wie folgt:
 - a) Steigerung des Widerstandes der Säulen gegen Druckbeanspruchung durch die Bewehrungen war erst bei Belastungen über 145 t wahrnehmbar.
 - b) Bei Belastungen über 145 t waren die Verkürzungen des Betons und der ganzen Säulen für die gleichen Belastungen bei den bewehrten Säulen größer als bei den unbewehrten, besonders die des Betons am Ende der Säulen.
- 5. Aus dem Vergleich der verschiedenartigen Bewehrungen ergibt sich folgendes:
 - a) Die Steigerung der Verkürzung des Betons und der Säulen durch die Bewehrung (s. 4 b) war bei der Spirale größer als bei der Ringbewehrung und demgemäß waren
 - b) die Verkürzungen des Betons und der Säulen unter Belastungen bis 145 t bei der Spiralbewehrung größer als bei der Ringbewehrung.
 - c) Die mit Ringen und Spiralen aus 0,7 cm-Eisen bewehrten Säulen zeigten etwas geringere Formänderungen als die mit 0,5 cm-Eisen bewehrten.
 - d) Die Bewehrung mit Diagonalbügeln hat bei den Säulen mit quadratischem Querschnitt keine Steigerung der Bruchfestigkeit bewirkt.
 - e) Geschweißte Ringe, umgehakte Ringe und Spiralen haben sich im Einfluß auf die Säulenfestigkeit als gleichwertig erwiesen.
 - f) Die Festigkeitssteigerung durch die Bewehrung mit Ringen oder Spiralen war bei den achtseitigen Säulen größer als bei den quadratischen. Sie betrug bei dem Beton aus I Raumteil Zement und 4 Raumteilen Zuschlagmaterial bei 0,5 cm Eisenstärke 12,0 und 4,6 $^0/_0$, bei 0,7 cm Eisenstärke 19,4 und 10,7 $^0/_0$.

VI. Einfluß der fetteren Beton-Mischung. (Reihe B).

Der Einfluß der fetteren Betonmischung $(1:2^{1}/_{2}$ gegenüber 1:4) auf die Formänderungen und Festigkeit der Säulen (s. a. S. 2) ergibt sich aus dem Vergleich der unbewehrten Säulen 25-27 (Mischung 1:4) mit den Säulen 52-54 (Mischung $1:2^{1}/_{2}$) und der mit umgehakten Ringen bewehrten Säulen 10-12 (Mischung 1:4) mit den Säulen 49-51 (Mischung $1:2^{1}/_{2}$).



Betonmischung: — = I Zement + 4 Zuschlag, ---- = I Zement + $2^{1/2}$ Zuschlag. Lage der Meßstellen: A am Säulenende, B in Säulenmitte.



a) Die Querdehnung bei wachsender Belastung.

Die Beobachtungen für die Querdehnungen der Säulen aus der fetteren Mischung enthält Tab. 47. Hiernach sind für die Querdehnung am Säulen en de bei den ersten Laststufen negative Werte ermittelt, während der Säulendurchmesser in der Mitte mit der Belastung stetig zunahm. Ferner waren die Ausdehnungen in der Mitte bis zu den höchsten Laststufen größer als am Ende. Der Verlauf der Querdehnungen war also der gleiche wie bei den Säulen 10 und 11 sowie 25 und 26 aus dem mageren Beton (s. Tab. 12 und 13). Für die "bleibenden" Dehnungen gilt das Seite 16 und 39 über die letzteren Gesagte für die Säulen aus der fetteren Mischung ebenfalls.

b) Längenänderungen der Längseisen.

Die Längenänderungen der Längseisen (s. Tab. 48) sind bei der Säule 49 am Ende, bei Säule 50 in der Mitte und bei 51 gleichzeitig am Ende und in der Mitte beobachtet.

Die Ergebnisse bestätigen die an den Säulen aus dem mageren Beton aufgetretenen Erscheinungen (s. Abschn. V, S. 41), daß

Abb. 48. Einfluß der Zusammensetzung des Betons auf dessen Verkürzung in den unbewehrten Säulen bei den gleichen Belastungen.

Betonmischung: ----= I Zement + 4 Zuschlag; ----= I Zement $+ 2^{1/2}$ Zuschlag. Lage der Meßstellen: A am Säulenende, B in Säulenmitte.



- a) die gesamte und federnde Verkürzung der Längseisen in der Mitte bei Wiederholung derselben Beanspruchung zunimmt, am Säulenende dagegen bei geringen Belastungen ab- und erst bei höheren Belastungen ebenfalls zunimmt. Die Grenze für dies verschiedenartige Verhalten der Längseisen liegt auch bei dem fetten Beton bei etwa 100 t;
- b) die Längseisen nach dem Entlasten in der Säulen mitte bleibende Verk ürzung, dagegen am Ende eine Längen zun ahme gegenüber der ursprünglichen Länge bei 2090 kg Anfangsbelastung aufweisen;
- c) die Gesamtlängenabnahme am Ende der Säule bei geringen Belastungen größer, bei höheren Belastungen aber kleiner ist als in der Mitte.

In Abb. 47 sind die Gesamtverkürzungen der Längseisen, beobachtet A am Ende und B in der Mitte der Säulen aus dem mageren (1:4) und fetten $(1:2^{1}/_{2})$ Beton, durch Schaulinien gegenübergestellt. Hiernach hatte die Zusammensetzung des Betons auf die Längenänderungen der Längseisen am Säulen en d e (Linien A)

Abb. 49.

Einfluß der Zusammensetzung des Betons auf dessen Verkürzung in den bewehrten Säulen bei den gleichen Belastungen.

Betonmischung: ----= 1 Zement + 4 Zuschlag; ----= 1 Zement $+ 2^{1/2}$ Zuschlag. Lage der Meßstellen: A am Säulenende, B in Säulenmitte.

Die ⁰/₀-Werte neben den Schaulinien bedeuten das Mehr an Verkürzung gegenüber den unbewehrten Säulen.



keinen wesentlichen Einfluß, in Säulen mitte (Linien B) erfuhren aber die Längseisen in den Säulen aus dem fetteren Beton wesentlich geringere Verkürzungen als in den Säulen aus dem mageren Beton.

c) Längenänderungen des Betons in den Säulen.

Die Beobachtungen für die Längenänderungen des Betons in den unbewehrten Säulen zeigt Tab. 49, die in den bewehrten Tab. 50. Die Mittelwerte sind in den Schaulinien Abb. 48 und 49 den Mittelwerten für die Säulen aus dem mageren Beton gegenübergestellt. Die ausgezogenen Linien liegen in den beiden

61

Abbildungen rechts von den gestrichelten. Dies besagt, daß der magere Beton (1:4) durchweg bei den gleichen Belastungen größere Verkürzung erlitt als der fette $(1:2^{1}/_{2})$, und zwar ist der Unterschied bei den unbewehrten Säulen (Abb. 48)

größer als bei den bewehrten (Abb. 49). Die Neigung der Schaulinien Abb. 49 ist stärker als die der Linien Abb. 48; bei gleichen Belastungen hat sich also der Beton in den bewehrten Säulen mehr verkürzt als in den unbewehrten, und zwar war der Unterschied nach den $0/_0$ -Werten, die neben den Linien Abb. 49 stehen, am Säulenende größer als in Säulenmitte und bei dem fetten Beton in der Mitte größer als bei dem mageren.

d) Aenderung der Gesamtlänge der Säulen.

Die Gesamtlängenänderungen zwischen den Druckplatten sind nur bei den Säulen 50, 51 und 53, 54 beobachtet. Nach den Werten Tab. 51 sind die Schaulinien Abb. 50 aufgetragen. Die im Abschnitt c aus den Messungen am Beton abgeleitete Erscheinung, daß die Verkürzung bei den bewehrten Säulen größer ist als bei den unbewehrten, findet hier für den fetten Beton darin eine Bestätigung, daß die gestrichelte Linie der Gruppe B in Abb. 50 stärker geneigt ist als in Gruppe A. Die beiden ausgezogenen Linien Abb. 50 laufen parallel; bei dem mageren Beton war also die Gesamtverkürzung der bewehrten Säule ebenso groß wie bei der unbewehrten. In beiden Gruppen A und B liegt die ausgezogene Linie rechts von der gestrichelten; die Verkürzung der Säulen aus dem

Abb. 50.

Einfluß der Zusammensetzung des Betons auf die Gesamtverkürzung der Säulen bei den gleichen Belastungen. Betonmischung: — I Zement + 4 Zuschlag;

- $\dots = 1$ Zement $+ 2^{1}/_{2}$ Zuschlag. A = unbewehrt; B = bewehrt mit umgehaken Ringen.
- Die ⁰/₀-Werte neben den Schaulinien bedeuten das Mehr an Verkürzung bei den Säulen aus Beton 1:4.



mageren Beton war also größer als die der Säulen aus dem fetten Beton, und zwar war der Unterschied bei den bewehrten Säulen geringer als bei den unbewehrten.

e) Die Festigkeit der Säulen.

Nach Tab. 52 beträgt die Druckfestigkeit des fetten Betons, ermittelt an den mit den Säulen gleichzeitig gefertigten Würfeln, 293 500 kg = 326 kg/qcm gegenüber 210430 = 234 kg/qcm bei dem mageren. Ferner beträgt das Verhältnis $P: P_1$ der Säulenfestigkeit zur Würfelfestigkeit

bei den unbewehrten Säulen: $84 \frac{0}{0}$ (mager) und $81 \frac{0}{0}$ (fett)

,, ,, bewehrten ,, $: 89^{0}/_{0}$,, ,, $84^{0}/_{0}$,, .

Schließlich ist das Verhältnis der Bruchfestigkeit der bewehrten Säulen zu derjenigen der unbewehrten

bei dem mageren Beton = $108^{0}/_{0}$

", , fetten , $= 100^{0/0}$.

Bei dem Beton 1:2¹/₂ ist also die Bruchfestigkeit der Säulen durch die Bewehrung nicht gesteigert¹).

f) Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die vorstehend in den Abschnitten a bis e im einzelnen besprochenen Ergebnisse lassen sich bezüglich des Einflusses der fetteren Betonmischung wie folgt zusammenfassen :

- 1. Die Querdehnungen der Säulen nehmen beim fetten Beton den gleichen Verlauf wie beim mageren.
- 2. Die Verkürzungen der Längseisen waren am Säulenende bei beiden Betonsorten annähernd die gleichen, in Mitte der Säulen bei dem fetten Beton wesentlich geringer als bei dem mageren Beton.
- 3. Die Verkürzung des Betons in den Säulen war bei dem mageren größer als bei dem fetten, besonders bei den unbewehrten Säulen, bei beiden Betonsorten aber in den bewehrten Säulen größer als in den unbewehrten.
- 4. Die Gesamtlängenabnahme der Säulen war bei dem mageren Beton größer als bei dem fetten. Durch die Bewehrung wurde der Unterschied vermindert.
- 5. Bei dem mageren Beton kam die Säulenfestigkeit der Würfelfestigkeit etwas näher als bei dem fetten.
- 6. Bei dem mageren Beton bewirkte die Bewehrung der Säulen mit umgehakten Ringen eine Steigerung der Säulenfestigkeit um $8^{0}/_{0}$, bei dem fetten Beton wiesen die unbewehrten und bewehrten Säulen die gleiche Bruchfestigkeit auf.

Aus allen diesen Beobachtungen folgt, daß die Bewehrung bei dem fetten Beton $(1:2^{1}/_{2})$ geringere Steigerung des Widerstandes der Säulen gegen Druckbeanspruchung bewirkte als bei dem mageren (1:4) Beton.

VII. Unterschied in der Wirkung der Umschnürung bei vollen und hohlen Säulen. (Reihe C.)

In einem Aufsatze: "Umschnürte Druckkörper aus Eisenbeton mit Hohlräumen" erörtert Dr.-Ing. Barkhausen rechnerisch die Wirkung der Umschnürung bei der vollen und hohlen Säule und gelangt hierbei zu dem Ergebnis,

> "daß es nicht zutrifft, wenn man in der Anbringung eines Hohlraumes eine Beeinträchtigung der verstärkenden Wirkung der Umschnürung sucht. Das Gegenteil ist bei geeigneter Wahl der Abmessungen richtig; denn bei gleichen Außenmaßen und gleicher Umschnürung kann der volle Pfahl zwar im ganzen höher belastet werden als der hohle, die mögliche Belastung der Querschnitteinheit ist aber bei letzterem höher; beim hohlen Pfahl ist also die Wirkung der Umschnürung stärker."

¹) Die Säule 51 zeigt den beiden zugehörigen (49 und 50) gegenüber auffallend geringe Bruchfestigkeit. Läßt man Säule 51 außer Betracht, so ergibt sich die mittlere Bruchfestigkeit zu 248 820 kg = $105^{0}/_{0}$ des Mittels für die unbewehrten.

Unterschied in der Wirkung der Umschnürung bei vollen und hohlen Säulen (Reihe C.) 63

Zur Nachprüfung dieses auf dem Wege der Rechnung erzielten Ergebnisses durch den Versuch ist auf Antrag von Dr.-Ing. Koenen die Prüfung folgender achtseitiger hohler Säulen Nr. 55-60 und 72 beschlossen und ausgeführt worden, die mit den Säulen 43-45 aus Reihe A in Vergleich zu stellen waren.

Sämtliche Säulen, aus demselben Beton gefertigt, hatten die gleichen äußeren Abmessungen, und zwar betrug der von den acht Seitenflächen umschlossene Querschnitt 900 qcm; der Durchmesser des Hohlraumes betrug 10 cm, sein Querschnitt 78,5 qcm. Alle Säulen waren längs mit acht Rundeisen von 1,4 cm Durchmesser und quer mit einer an den Enden verschweißten Spirale mit 3 cm Ganghöhe aus Eisen von 0,7 cm Durchmesser bewehrt.

Abb. 51.

Verkürzung des Betons der unbewehrten achtseitigen vollen und hohlen Säulen bei gleichen Druckspannungen.

- volle Säulen 46-48; ---- hohle Säule 72; • am Ende, x in der Mitte der Säule gemessen.



Verkürzung.

Die Bewehrung war bei den Säulen 55-57 in gleicher Weise angeordnet wie bei den vollen Säulen 43-45; der Außendurchmesser der Spirale betrug 28 cm und demnach war der hiermit berechnete Kernquerschnitt bei den Säulen 43-45 = 615.7 qcm (= rund 616 qcm), bei den Säulen 55-57 = 615.7-78.5= 537 qcm.

Zu den Säulen 58—60 erhielten die Spiralen 31,7 cm Durchmesser, so daß der Kernquerschnitt dieser Säulen 789,2-78,5 = 711 qcm betrug.

Die Säule 72 blieb unbewehrt; ihr Materialquerschnitt betrug 900-78,5 = 821,5 qcm.

Die bei stufenweiser Laststeigerung beobachteten Längenänderungen des Betons, gemessen in der Mitte und am oberen Ende der Säulen an deren Oberfläche, enthalten Tab. 53—55, die beobachteten Längenänderungen der Säulen, gemessen zwischen den beiden Druckplatten Tab. 56 und 57. 64 Unterschied in der Wirkung der Umschnürung bei vollen und hohlen Säulen. (Reihe C.)

Nach den Werten der Tab. 53-55 sind die Schaulinien Abb. 51 aufgetragen; sie zeigen, daß der Beton bei gleichen Druck spannungen in der unbewehrten hohlen Säule 72, und zwar besonders an deren Ende, größere Verkürzungen erlitt als in den unbewehrten vollen Säulen 46-48. Die Gesamtverkürzung dieser Säulen, gemessen zwischen den Druckplatten, war dagegen nach

Abb. 52.



den Schaulinien Abb. 52, zu deren Auftragung die durch Extrapolation ergänzten Werte der Tab. 56 dienten, bei den vollen Säulen etwas größer als bei den hohlen.

Den Verlauf der Gesamtverkürzungen der hohlen, spiralbewehrten Säulen 55-57 mit 537 qcm Kernquerschnitt und 58-60 mit 711 qcm Kernquerschnitt, bei gleichem Gesamtquerschnitt von 821,5 qcm für alle Säulen, zeigen die Schaulinien Abb. 53. Zum Vergleich sind auch die bis zu etwa 100 t Belastung reichende Schaulinie für die unbewehrte hohle Säule 72 sowie die Linie für die vollen bewehrten Säulen 43-45 mit aufgetragen. Ueber 160 t Belastung sind die Verkürzungen an den einzelnen Säulen bei verschiedenen Laststufen beobachtet
(s. Tab. 57); die Schaulinien stellen den Ausgleich für die weit streuenden Einzelwerte dar.

An der Lage der Linien zueinander zeigt sich zunächst, daß auch die hohlen Säulen, ebenso wie es bei den vollen beobachtet war, sich bei gleichen Belastungen unbewehrt (72) weniger verkürzen als bewehrt (55-57).

Abb. 53.

Gesamtverkürzungen der spiralbewehrten, achtseitigen, hohlen Säulen.

Gesamt-Materialquerschnitt = 821,5 qcm;

Kernquerschnitt bei 55 bis $57 = \bullet - \bullet = 537$ qcm, bei 58 bis $60 = \times \cdots \times = 711$ qcm. o - - o hohle unbewehrte Säule 72.



Von den bewehrten Säulen verkürzten sich die mit kleinerem Kernquerschnitt (55-57) mehr als die mit dem größeren Kernquerschnitt (58-60); der Unterschied nimmt mit wachsender Belastung zu, wird aber erst bei Belastungen über 140 t wesentlich.

Der Verlauf der Verkürzungen der bewehrten vollen Säulen 43—45 unterscheidet sich von dem der bewehrten hohlen Säulen 58—60 mit dem größeren Kernquerschnitt wesentlich erst bei Belastungen über 180 t. Die hohlen Säulen erreichten ihre Bruchlast bei etwa $0.5^{0}/_{0}$ Verkürzung, die vollen dagegen erst bei $0.8^{0}/_{0}$ Verkürzung.

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, Heft 28.

Die Bruchbelastungen der unbewehrten Säulen betragen (s. Tab. 58): für die vollen (46-48) 174 790 kg = 195 kg/qcm Druckspannung ,, ,, hohle (72) 141 680 ,, = 174 ,, ,, ,

Hiermit sind bei der vollen Säule die wiederholt nachgewiesenen $8_1 {}^0/_0$ der Materialfestigkeit im Würfel erreicht, bei der hohlen Säule dagegen nur $72 {}^0/_0$.

Die mittleren Bruchbelastungen der bewehrten Säulen betragen (s. Tab. 58):

ür	die	vollen	mit	616	qcm	Kernquerschnitt	=	201	330	kg
,,	"	hohlen	,,	537	,,	,,	=	172	590	,,
		hohlen		711			=	194	310	

Hiernach haben die vollen Säulen die größte Bruchlast ergeben, dieselbe wurde aber bei den hohlen Säulen dadurch nahezu erreicht, daß der Durchmesser der Spiralen von 28 cm auf 31,7 cm vergrößert war.

Die Würfelfestigkeit des Betons der vollen Säulen ist zu 199200 kg = 221 kg/qcm ermittelt. Bringt man nun von der Bruchlast der vollen Säulen 43-45 den Betrag in Abzug, der unter der Annahme gleichmäßiger Verteilung der Belastung über den Kernquerschnitt auf den Querschnitt des Hohlraumes der Säulen 55-57 entfällt, das sind

78,5 · 221 == 17 348 kg,

so verbleiben 201330 - 17348 = 183982 kg gegenüber der für die Säulen 55-57 tatsächlich erzielten Bruchlast von 172590 kg. Der Unterschied beträgt 183982 - 172590 = 11392 kg oder $6,6^{0}/_{0}$ und um diesen Betrag war die Materialausnutzung in den vollen bewehrten Säulen bei gleicher Anordnung der Bewehrung und gleichen äußeren Abmessungen der Säulen besser als bei den hohlen bewehrten. Zu beachten ist hierbei, daß die Bewehrung der hohlen Säulen aus weicherem Eisen (f, Abb. 2) bestand, als die der vollen (e, Abb. 2).

Führt man die gleiche Berechnung für die unbewehrten Säulen durch, wobei die Betonfestigkeit mit $\frac{216000}{900} = 240 \text{ kg/qcm}$ in Ansatz zu bringen ist, so ergibt sich die Bruchlast der hohlen Säule rechnungsmäßig zu 155950 kg; der für Säule 72 beobachtete Wert 141680 kg bleibt gegen den berechneten um 14270 kg oder 10% zurück. Die Materialausnutzung war also auch bei den unbewehrten Säulen in der vollen besser als in der hohlen.

Durch die Bewehrung mit Spiralen von 28 cm Durchmesser ist die Bruchfestigkeit der vollen Säulen von 174790 auf 201330 kg oder um $20^{0}/_{0}$, die der hohlen von 141680 auf 172590 kg oder um $25^{0}/_{0}$ gesteigert. Die Wirkung der Umschnürung auf die Bruchlast hat sich hiernach bei den hohlen Säulen etwas größer erwiesen als bei den vollen.

Den Bruchverlauf zeigen die Abb. 29-31. Die Brucherscheinungen sind bei den hohlen Säulen nicht wesentlich verschieden von denen der vollen Säulen 43-45, Abb. 26. Interessant ist es, daß die Pyramidenbildung, die zu der Zerstörung der Säulen führt, auch bei den hohlen Säulen deutlich hervortritt; in Abb. 29 führte sie zum Längsaufreißen der Schale am oberen Ende der Säule 55 und bei Säule 57, bei der die Zerstörung weiter getrieben ist, ist der Pyramidenstumpf, getragen von den eingeknickten Längseisen, abgehoben. Die gleiche Erscheinung tritt, wenn auch weniger deutlich, bei Säule 60, Abb. 30, zutage.

VIII. Einfluß des Betons außerhalb der Umschnürung. (Reihe D.)

Bei Berechnung der Tragtähigkeit von umschnürten Eisen-Beton-Säulen, das sind solche, bei deren Prüfung auf Druckfestigkeit das Material außerhalb der Umschnürung, die Schale, vor Erreichung der höchsten Belastung abzuplatzen

Abb. 54.

Längenänderungen bei wachsender Belastung der spiralbewehrten Säulen Nr. 61 mit und Nr. 62 ohne Schale.

A: gemessen zwischen den beiden Druckplatten,

B: gemessen in Säulen-Mitte,

C: gemessen am Säulen-Ende.

Eisenstärke der Spirale = 5 mm.



pflegt, ist es Gebrauch, nur den Beton innerhalb der Umschnürung, den Betonkern, als tragend zu berücksichtigen. Um die Berechtigung dieser Berechnungsweise nachzuprüfen, erschien es geboten, besondere Versuche darüber anzustellen, bis zu welcher Belastung und mit welchem Betrage die Schale an der Lastaufnahme teilnimmt. Zu diesem Zweck sind vier Säulen gefertigt, von denen zwei mit Spiralen aus 5 mm-Eisen, zwei mit Spiralen aus 7 mm-Eisen bewehrt waren. Die Ganghöhe der Spiralen betrug 4 cm, ihr äußerer Durchmesser bei allen 4 Säulen 28 cm. Von den beiden gleichartig bewehrten Säulen war die eine achtseitig mit 900 qcm Querschnitt; bei den zweiten Säulen fehlte die Schale. Diese Säulen waren also zylindrisch bei 28 cm Durchmesser.

Um die Säulen ohne Schale möglichst unter den gleichen Bedingungen herzustellen, wie die Vergleichssäulen mit Schale, wurde ein zum Zylinder aufgerolltes Blech von 0,5 mm Dicke um das fertige Eisengerippe (8 Längseisen, an den Kreuzungsstellen mit der Spirale durch Bindedraht verbunden) eng herumgelegt

5*

Einfluß des Betons außerhalb der Umschnürung. (Reihe D.)

und durch Bänder zusammengehalten. Das Ganze wurde dann in dieselbe Form, in der auch die anderen Säulen gestampft sind, möglichst zentrisch hineingestellt und der Raum zwischen dem Blechmantel und den Formwandungen mit Sand fest ausgestampft.

Abb. 55.



Die Beobachtungen bei den einzelnen Laststufen für die Verkürzungen des Betons in den Säulen sind in Tab. 59 u. 60, diejenigen für die Säulen, gemessen zwischen den Druckplatten, in Tab. 61 zusammengestellt und nach den Mittelwerten sind die Schaulinien Abb. 54 und 55 aufgetragen; Abb. 54 enthält die Ergebnisse für die Säulen mit 5 mm-Spiralen, Abb. 55 diejenigen für die Säulen mit 7 mm-Spiralen. In beiden Abbildungen entsprechen die Linien Gruppe A den Gesamtverkürzungen der Säulen, Gruppe B den Verkürzungen des Betons in Säulenmitte, Gruppe C denen am Säulenende.

Nach der Lage der beiden Linien derselben Gruppe zueinander waren die Verkürzungen unter den gleichen Belastungen, wie nicht anders erwartet werden konnte, bei den Säulen ohne Schale größer als bei den Säulen mit Schale. Der Einfluß der Schale auf die Längenänderungen der Säulen ist also unverkennbar, und zwarmachtersich nach

dem Verlauf der Linien in den Gruppen A auch nach Ueberschreitung der Höchstlast noch bemerkbar.

Die Höchstlast selbst betrug nach den Werten der Tab. 62 bei den Säulen mit Schale 177360 und 200740 kg, bei den Säulen ohne Schale 152680 und 196270 kg, sie war also für die ersteren bei der 5 mm-Spirale um $16^{0}/_{0}$, bei der 7 mm-Spirale um $2^{0}/_{0}$ größer als für die Säulen ohne Schale.

Die Zerstörungserscheinungen an den vier Säulen zeigen die Lichtbilder Abb. 31.

Um zu ermitteln, ob der Beton der Schale seiner Eigenfestigkeit entsprechend an der Tragfähigkeit der Säule teilnimmt, sei folgende Betrachtung angestellt.

Ist F = dem Gesamtquerschnitt der achtseitigen Säule,

 $F_k =$ dem Kernquerschnitt, entsprechend dem Außendurchmesser der Spirale,

so ist $F_s = F - F_k = \text{dem Querschnitt der Schale.}$

Ist nun nach Maßgabe der Schaulinie I in dem Schema Abb. 56 für irgend eine Belastung P_k der Säule ohne Schale mit dem Querschnitt F_k die zugehörige Verkürzung in Prozenten der Länge = δ_k und stellt Linie II Abb. 56 die Beziehungen zwischen Belastung und Verkürzung eines unbewehrten Prismas aus dem Beton der Säule dar mit dem Querschnitt F_s , so ist P_s diejenige Belastung, die erforderlich ist, um das Betonprisma ebenfalls um δ_k zu verkürzen. Ein Körper, dessen Querschnitt, wie bei den achtseitigen Säulen 61 und 63, gleich $F_k + F_s$ = F ist, muß demnach mit $P_k + P_s$ belastet werden, damit er ebenfalls um δ_k verkürzt wird, sofern beide Teile mit den Querschnitten F_k und F_s gleichmäßig an der Lastaufnahme teilnehmen. Unter dieser Voraussetzung erhält man also durch Summierung der den gleichen Abszissen zugehörigen Ordinaten der beiden Linien I und II in der Linie III die Darstellung der Beziehungen zwischen





Verkürzung

Belastung und Verkürzung für den Verbundkörper mit dem Querschnitt $F_k + F_s = F$. Liefert dann der Versuch mit dem Verbundkörper z. B. die Schaulinie IV, so entsprechen die Unterschiede $\varDelta P$ in den Ordinaten von III und IV für gleiche Abszissen den jeweiligen Verlusten an Festigkeit, die mit der Vereinigung beider Teile zum Verbundkörper, hier der Betonschale mit dem spiralbewehrten Kern, verbunden sind.

Nach diesen Gesichtspunkten sind die Tab. 63 und die Schaulinien Abb. 57 und 58 ausgeführt.

Tab. 63 enthält in den ersten fünf Reihen die Gesamtverkürzungen der hier zu betrachtenden Säulen, gemessen zwischen den Druckplatten. Wie schon oben gesagt ist, haftet den Beobachtungen für diese Verkürzungen dadurch eine gewisse Unsicherheit an, daß die Druckflächen trotz sorgfältigen Abgleichens nicht von gleich an überall voll zur Anlage kamen und daher bei geringen Belastungen infolge örtlicher Verdrückungen sich zu große Werte für die Verkürzungen der Säulen ergaben. In Abb. 54 und 55 tritt dieser Umstand darin zutage, daß die Schaulinien Gruppe A bei geringen Belastungen zunächst gegen die Abscisse hin gekrümmt sind, dann aber innerhalb eines gewissen Bereiches annähernd Einfluß des Betons außerhalb der Umschnürung. (Reihe D.)

geradlinig verlaufen. Der annähernd geradlinige Verlauf ist auch für geringe Belastungen der wahrscheinlichste; daher sind nach ihm die Beobachtungswerte ausgeglichen und in Tab. 63 den weiteren Betrachtungen zugrunde gelegt.

Abb. 57 zeigt den Verlauf der Verkürzung der unbewehrten Säulen



46-48 mit wachsender Druckspannung in kg/qcm; die Werte der letzteren sind in Tab. 63 über den Belastungswerten in Klammern angegeben.

Die Verkürzungen der Säulen 61 bis 64 sind in Abb. 58 zu Schaulinien aufgetragen, und zwar in Gruppe A für die Säulen 61 und 62 mit Spiralen aus 5-mm-Eisen, in Gruppe B für die Säulen 63 und 64 mit Spiralen aus 7-mm-Eisen. Die dritten, mit J bezeichneten Schaulinien stellen den errechneten Verlauf dar, den die Verkürzungen der runden Säulen 62 und 64 unter der Annahme gleichmäßiger Spannungsverteilung genommen hätten, wenn diese Säulen ebenso wie die Säulen 61 und 63 durch Hinzufügen der Schale sechsseitig ausgestaltet worden wären.

Der Gang der Berechnung war folgender:

An der Schaulinie Abb. 57 sind die Druck-Spannungen σ_s abgegriffen (s. Tab. 63), die erforderlich sind, um den Beton der Säulen, also auch den der Schale, um diejenigen Beträge zusammenzudrücken, um die die runden Säulen 62 und 64 sich unter den einzelnen Laststufen verkürzt hatten.

Aus diesen Druckspannungen σ_s sind dann die zugehörigen Druckbelastungen P_s nach der Gleichung $P_s = \sigma_s \cdot F_s$ berechnet, und schließlich aus der Summe



 $P + P_s = J$ die Belastungen, die hätten erforderlich sein müssen, die mit der Schale verschenen Säulen um die gleichen Beträge zusammenzudrücken, wie die runden Säulen ohne Schale, unter der Annahme, daß die Belastung über den Verbundkörper gleichmäßig verteilt ist und der Beton sich in der Schale ebenso verhält, wie im vollen Prisma.

Wie Abb. 58 erkennen läßt, sind für gleiche Verkürzungen die Ordinaten der Linien J größer als die der Linien 61 und 63. Dies besagt, daß die achtseitigen Säulen tatsächlich geringeren Widerstand gegen Druckbelastungen äußerten, alssichrechnungsmäßig aus den beiden Widerständen des Kernes und der Schale ergibt. Die Verminderung des Widerstandes beträgt, wie die in Tab. 63 weiter angestellten Berechnungen ergeben, bei der Säule 61 etwa 7 bis $10^{9}/_{0}$ und bei der Säule 63 etwa $4-6^{9}/_{0}$, während der Querschnitt der Schale $32^{9}/_{0}$ des Gesamtquerschnittes beträgt. Zu berücksichtigen ist hierbei, daß nur Einzelversuche vorliegen. Das erzielte Ergebnis kann daher keinen Anspruch auf große Zuverlässigkeit und auf Zulässigkeit der Verallgemeinerung machen. Immerhin geht aus den vorliegenden wenigen Versuchen zur Genüge hervor, daß die Schale der umschnürten Säulen einen wesentlichen Anteilan der Tragfähigkeit dieser Säulen hat. Dieser Einfluß erstreckt sich mindestens bis zur Erreichung der Höchstlast und daher ist es nicht zulässig, den Berechnungen der Festigkeitserhöhungen durch Umschnürungen nur den Kernquerschnitt zugrunde zu legen.

IX. Ergänzungsversuche.

Die Zugversuche mit Proben aus den zur Herstellung der Säulen verwendeten Ringen und Spiralen (s. Tab. 8 und 9) hatten für die Eisen der verschiedenartigen Bewehrungen merkliche Unterschiede in den Spannungen an der Streckgrenze und beim Bruch sowie in der Bruchdehnung ergeben, obgleich bei der Bestellung der Eisen ausdrücklich betont war, daß die Eisen gleichen Durchmessers durchweg auch die gleichen Eigenschaften haben sollten. Besonders fiel es auf (s. Tab. 46), daß die Proben aus den fertig angelieferten Spiralen erheblich fester und weniger dehnbar waren als die Proben aus den Ringen, die im Amt aus den mit den Spiralen gleichzeitig angelieferten Eisenstangen gefertigt waren. Beobachtet waren :

	für	die Spiraleisen	Ringeisen	Verhältnis : Ringeisen gleich 100
hai a am	$\sigma_s \text{ kg/qcm}$	3800	3050	124
Dei 0,5 cm	$\sigma_B \mathrm{kg/qcm}$	4940	4330	114
Durchmesser	8 %	16,3	23,8	69
hai a m ann	os kg/qcm	3930	2870	137
Der 0,7 cm	$\langle \sigma_B \text{ kg/qcm} \rangle$	4800	4040	119
Durchmesser	δ 0/0	14,3	24,3	59

Diese Beobachtung ließ es nicht ausgeschlossen erscheinen, daß die Festigkeit der spiralbewehrten Säulen 40 bis 45, Tab. 46, durch die höhere Festigkeit der Spiraleisen den ringbewehrten Säulen 28 bis 39 gegenüber günstig beeinflußt war und machte es daher notwendig, Aufschluß darüber herbeizuführen, ob

- 1. die Festigkeitseigenschaften des Eisens durch die Herstellung der Spiralen verändert werden und
- 2. die Säulenfestigkeit durch die Festigkeitseigenschaften des Eisens für die Querbewehrungen beeinflußt wird.

Ferner hatten die S. 55 besprochenen Versuche ergeben, daß die Bruchfestigkeit der mit Spiralen aus 1,2 cm-Eisen bewehrten Säulen über doppelt so groß war, als die Bruchfestigkeit der unbewehrten Säulen, während die Spiralen aus Eisen von 0,5 und 0,7 cm Durchmesser nur geringe Unterschiede in den Steigerungen der Bruchfestigkeiten der Säulen ergeben hatten. Es blieb daher durch weitere Versuche festzustellen,

3. ob die Bewehrungen mit Ringen auch bei 1,2 cm Eisendurchmesser die gleicheFestigkeitssteigerung liefert, wie die Spiralbewehrung.

Die Ausführung dieser drei Versuchsreihen wurde in der Sitzung des Arbeitsausschusses am 10. Oktober 1913 beschlossen.

Die bei den Versuchen mit den quadratischen Säulen gemachte Beobachtung, daß die Längseisen beim wiederholten Be- und Entlasten der Säule infolge der Druckbeanspruchung keine bleibenden Verkürzungen erlitten, sondern nach dem Entlasten bei den ersten Laststufen sogar Längenzunahme zeigten, glaubte ich S. 43 darauf zurückführen zu sollen, daß die Längseisen infolge Schrumpfens des an den Eisen haftenden erhärtenden Betons vor dem Versuch bereits unter Druckspannungen stehen und daß diese Druckspannungen beim Entlasten sich auslösen, indem die Haftung des Betons am Eisen nach und nach aufgehoben wird. Zur Nachprüfung dieser Erklärung genehmigte der Arbeitsausschuß in seiner Sitzung am 15. Mai 1914 die Ausführung einiger Versuche

4. über das Verhalten der Längseisen im erhärtenden Beton.

1. Einfluß der Herstellung der Ringe und Spiralen auf die Festigkeitseigenschaften der Bewehrungseisen.

A. Das Versuchsmaterial.

Die Versuche sind mit zwei verschiedenen Eisen ausgeführt, und zwar

- a) mit Rundeisen von 0,7 cm Durchmesser, aus dem auch die Spiralen zu den hohlen Säulen 55 bis 60 (s. Reihe VII S. 62) im Amt gefertigt waren und
- b) mit zu diesem Zweck besonders ausgewalztem Eisen.¹)

Das unter a) genannte Rundeisen lag in drei Ringen von etwa 60 cm Durchmesser vor. Jedem der drei Ringe, gez. a, b und c, sind entnommen:

- α) an beiden Enden je ein Abschnitt von 1 m Länge, gez. 1 und 2, zur Prüfung im Zustande der Anlieferung,
- β) an beiden Enden je ein Abschnitt von 1 m Länge, gez. 3 und 4, zur Herstellung von Ringen und
- $\gamma)$ von dem Rest ein Abschnitt von 50 m Länge zur Herstellung von Spiralen.

Mit den sechs Proben unter α) ist je ein Zugversuch ausgeführt. Ebenso ist den aus den Abschnitten unter β) gefertigten Ringen je eine Zugprobe und den zur Spirale gewickelten Abschnitten unter γ) einige Meter von jedem Ende entfernt, eine Zugprobe (gez. 5 und 6) entnommen. Die Proben aus den Ringen und Spiralen sind vor dem Versuch mit dem Holzhammer gerade gerichtet.

Als Ausgangsmaterial zur Herstellung der für diese Versuche besonders auszuwalzenden Eisen (s. oben unter b) dienten gewalzte Knüppel derselben Charge von je etwa 50 kg Gewicht. Nach der Werksanalyse enthielt das Material:

Kohlenstoff		off Pho	Phosphor			igan Schv	vefel	Silicium		
0,05	0,05		0,05		0,	5 0,0	35	0,008%/0.		
Aus die	sen	Knüppeln	wur	den g	ewala	et:				
a) 180	m	Rundeisen	von	9,5	mm	Durchmesser	bez.	Nr.	I	
b) 180	,,	"	,,	8,2	"	"	,,	Nr.	2	
c) 300	,,	,,	,,	7,4	,,	"	,,	Nr.	3 weich	
d) 300	,,	"	,,	12,0	,,	. 11	,,	Nr.	9.	

Von den Rundeisen a) wurden 12 Stangen je in drei Zügen ohne Zwischenglühungen kalt gezogen, und zwar im Zuge:

a) von 9,5 mm auf 8,8 mm Durchmesser

 β) ,, 8,8 ,, ,, 8,2 ,,

γ) ,, 8,2 ,, ,, 7,4 ,, ,, bez. Nr. 5 besonders hart.

1) Die Herstellung dieser Proben erfolgte auf der Gewerkschaft Deutscher Kaiser, Hamborn, der auch an dieser Stelle für das bereitwilligste Entgegenkommen verbindlichst gedankt sein möge.

Von den Rundeisen b) wurden 36 Stangen in je einem Zuge kalt gezogen von 8,2 auf 7,4 mm Durchmesser — bez. Nr. 4 hart.

Aus den vorgenannten Proben sind gefertigt:

Nr.	6	aus	Proben	3	die	Ringe	zur	Bewehrung	der	Säulen	73	bis	75
Nr.	7	,,	,,	4	,,	,,	,,	,,	,,	,,	76	,,	78
Nr.	8	"	,,	5	,,	"	,,	"	"	"	79		
Nr.	IO	"	,,	9	"	,,	,,	",	,,	,,	80	,,	82
Nr.	II	"	,,	9	,,	Spiralen	,,	,,	"	,,	83	,,	85.

Um bescheinigen zu können, daß die einzelnen Eisensorten 1 bis 4 und 9 ihre verschiedenartige Festigkeit lediglich durch die verschiedenartige Behandlung bei der Erzeugung angenommen haben, sind sie im Beisein eines Beauftragten des Amtes hergestellt.

B. Die Herstellung der Ringe und Spiralen.

Die Ringe aus dem 0,7 cm-Rundeisen a) sowie die Ringe Nr. 6, 7, 8 und 10 aus den Walzstangen b) sind im Amt auf demselben kleinen Dreiwalzen-Apparat gebogen, der auch zur Herstellung der zu den untersuchten Säulen verwendeten Ringe benutzt worden war.

Die Spiralen sind im Beisein eines Beauftragten des Amtes bei der Firma Wayß & Freytag A.-G., Berlin SW. gewickelt. Dies schien erforderlich, um sicher zu sein, daß der Einfluß des Wickelns auf das Eisen tunlichst bei diesen Proben der gleiche war, wie bei der üblichen Herstellung der Spiralen zur praktischen Verwendung. Auch der Firma Wayß & Freytag sei an dieser Stelle für ihr Entgegenkommen bestens gedankt.

Zum Wickeln diente ein Holz-Dorn von etwa 23,5 cm Durchmesser, der mechanisch angetrieben das Eisen durch eine Bremse zog, so daß es straff gespannt war. Nach dem Abziehen vom Dorn betrug der Durchmesser der Spirale 25,4 cm.

Die Ringe aus dem 1,2 cm-Eisen, Material Nr. 10, Tab. 64, wurden in der Weise hergestellt, daß das Eisen zunächst ebenfalls zur Spirale gewickelt und diese dann in einzelne Abschnitte für die Bügel zerlegt wurde. Auf diese Weise ist erreicht, daß das Eisen der Ringe in den Säulen 80-82 die gleichen Eigenschaften besaß, wie das Eisen der Spiralen in den Säulen 83 bis 85.

C. Versuchsergebnisse.

Die Einzelwerte aus den Zugversuchen mit den besonders gewalzten Eisen und hieraus gefertigten Ringen und Spiralen enthält Tab. 64, die Einzelwerte für das 0,7 cm-Eisen Tab. 65. In Tab. 65 sind die Mittelwerte aus Tab. 64 nochmals mit aufgenommen und ferner Verhältniszahlen angegeben, die den Einfluß der Umformungen zu Ringen und Spiralen darstellen.

Die mittleren Beobachtungswerte für das 0,7 cm-Eisen sind in Abb. 59 zu Schaulinien aufgetragen und die Verhältniszahlen neben den Beobachtungspunkten niedergeschrieben. Abb. 59 zeigt, daß durch das Biegen zu Ringen und noch mehr durch das Wickeln zur Spirale die Streckgrenze σ_s gehoben und die Bruchdehnung vermindert ist, während die Bruchfestigkeit nicht wesentlich beeinflußt worden ist.

Die Ergebnisse für das besonders gefertigte Eisen sind in Abb. 60 durch Schaulinien dargestellt; die starken Linien gehören den geraden gewalzten oder gezogenen Stangen an, die feinen den aus den zugehörigen Spiralen entnommenen Proben.

Nach dem Verlauf der starken Linien, Abb. 60, haben durch das Warm-Auswalzen auf kleinere Durchmesser (Material 9, 1, 2, 3) Streckgrenze σ_s und Bruchdehnung δ in gleicher Weise um weniges zugenommen, während die Bruchfestigkeit σ_B unverändert blieb; durch das Kaltziehen (Material 4 und 5) sind σ_s und σ_B erheblich gesteigert und δ erheblich vermindert. Durch die Umformung

75

zu Spiralen (s. Abb. 60 die Lage der schwachen Linien zu den starken) sind sowohl σ_s als auch σ_B gehoben und δ vermindert. Bei dem bereits bei der Herstellung hart gezogenen Material 4 und 5 waren die Veränderungen von σ_s und σ_B geringer als bei dem warm gewalzten.

Das Eisen der zu den Säulen 40 bis 45 verarbeiteten Spiralen hatte für os um 24 und 37 im Einfluß der Umformung zu Spiralen auf die Festigkeit Mittel um $31^{0}/_{0}$, für σ_{B} um 14 und 19 im Mittel um 17% höhere Material: 9 auf 1,18 cm Durchmesser Werte ergeben als das Eisen der Ringe in den Säulen 28 bis 39. Nach der vorliegenden Untersuchung, Tab. 65, bewirkte die Umformung des Eisens zur Spirale bei dem 0,7 cm-Eisen Erhöhung von σ_s um 7°_{\circ} und von σ_B um 20/0. Diese Werte bleiben weit



I " 0,94 warm . 0.82 2 gewalzte Stangen

Abb. 60.

und Dehnung bei dem besonders gefertigten Eisen.

3 . 0,75 4 von 0,82 auf 0,74 cm Durchm.) kalt 0,95 , 0,74 gezogene 5 10, 6, 7, 8 zu Spiralen gewickelt. Die starken Linien gehören den Stangen an,

die feinen den Proben aus Spiralen.



hinter den erstgenannten zurück; die hohe Festigkeit des Spiraleisens der Säulen 40 bis 45 findet somit in dem Einfluß der Umformung keine volle Erklärung.

2. Einfluß der Festigkeitseigenschaften des Eisens für die Querbewehrungen auf die Druckfestigkeit der Säulen.

Zur Untersuchung gelangten sieben achtseitige Säulen, s. Tab. 71, mit 900 qcm Querschnitt und 1,3 m Länge bei 90 Tagen Alter, gefertigt aus dem gleichen Beton wie die Säulen der voraufgehenden Reihen. Sämtliche Säulen enthieltenals Bewehrung acht Längseisen von 1,4 cm Durchmesser und umgehakte Ringe aus Eisen von 0,7 cm Durchmesser im gegenseitigen Abstande von 3 cm.

Die Festigkeitseigenschaften der Längseisen, ermittelt durch Zug- und Druckversuche, sind aus Tab. 66 zu ersehen, und zwar handelt es sich um die Stangen mit dem Materialzeichen 14.

Die Ringe wurden aus 0,7 cm-Eisen im Amt getertigt, und zwar zu den drei Säulen 73 bis 75 aus dem warm gewalzten Eisen Nr. 3, Tab. 64, zu den drei Säulen 76 bis 78 aus dem kalt gezogenen Eisen Nr. 4, und zu der siebenten



Säule 79 aus dem besonders hart gezogenen Eisen Nr. 5. Die Festigkeitseigenschaften des Eisens in den fertigen Ringen (allerdings nach dem unvermeidlichen Wiedergeraderichten¹) sind aus Tab. 64 unter Nr. 6–8 zu ersehen.

Ueber die Festigkeitseigenschaften der unbewehrten Säulen geben die Versuche mit den Säulen 86-88 (Tab. 76) Aufschluß, die mit den Säulen 73-79 in der gleichen Reihe gefertigt sind. Die Mittelwerte für 86-88 sind daher in Tab. 71 mit aufgenommen. Schließlich ist auch wieder die Druckfestigkeit des Betons an Würfeln ermittelt, die mit den Säulen gleichzeitig gefertigt waren.

Bei Prüfung der Säulen wurden unter stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Be- und Entlasten die Längenänderungen des Betons in Mitte der Säulen

¹) Rudeloff, Untersuchungen über den Einfluß voraufgegangener Formänderungen auf die Festigkeitseigenschaften der Metalle, Mitteilungen a. d. Königl. technischen Versuchsanstalten 1901, Ergänzungsheft I.

auf 15 cm Länge (s. Tab. 67–69), sowie die Längenänderungen der Säulen zwischen den Druckplatten gemessen (s. Tab. 70).

Nach den Mittelwerten Tab. 67-69 und 70 sind weder die Längenänderungen des Betons noch die der Säulen zwischen den Druckplatten durch die Festigkeitseigenschaften des Eisens der Ringe bei Belastungen bis zu 174 t (s. a. Abb. 61) nennenswert beeinflußt. Allerdings sind die Mittelwerte für Säule 79 mit dem härtesten Eisen etwas geringer als die Gesamtmittel in den andern beiden Gruppen (73 bis 75 und 76 bis 78), indessen finden sich in den letzteren auch Säulen von ebenso geringer Verkürzung, so daß man dem Ergebnis des Einzelversuches 79 keine große Bedeutung beimessen kann, zumal die Verkürzungen der Säulen 73 bis 75 mit dem weichsten Eisen 6, Tab. 64, etwas geringer waren als die der Säulen 76-78 mit dem hartgezogenen Eisen 7 und sämtliche bewehrten



 σ_s und σ_{μ} des Eisens der Querbewehrung.

Säulen bei gleichen Belastungen größere Verkürzungen erlitten als die unbewehrten Säulen 86-88, Tab. 74 und 75.

Bei Belastungen über 200 t tritt der Einfluß des festeren Eisens der Querbewehrungen in verminderter Verkürzung (s. Abb. 61) und erhöhter Bruchfestigkeit der Säulen (s. Tab. 71) deutlich zutage.

Die Beziehungen der beobachteten Säulenfestigkeiten (s. Tab. 71) zu den Streckgrenzen und Zugfestigkeiten der Eisen in den Ringen zeigen die Schaulinien A und B Abb. 62. Die Festigkeitssteigerung gegenüber den "weich" bewehrten Säulen beträgt bei den "hart" bewehrten $30^{0}/_{0}$ und bei der "besonders hart" bewehrten sogar $45^{0}/_{0}$.

Nach den der Tab. 71 weiter angefügten Verhältniszahlen beträgt die Bruchfestigkeit der unbewehrten Säulen 79 ${}^0/_0$, die der "weich" bewehrten 104 ${}^0/_0$, die der "hart" bewehrten 130 ${}^0/_0$ und die der "besonders hart" bewehrten 145 ${}^0/_0$ der Würfelfestigkeit des Betons.

Die Säulenfestigkeit ist durch die "weiche" Bewehrung um $31^{0}/_{0}$, durch die "harte" um $71^{0}/_{0}$ und durch die "besonders harte" sogar um $90^{0}/_{0}$ gegenüber der Festigkeit der unbewehrten Säulen gesteigert.

Die Zerstörungerscheinungen an den Säulen 73 bis 79 zeigen die Abb. 63-65. Die Zusammendrückungen sind bei einigen Säulen soweit gesteigert, daß die Ringe unter Ausknicken der Längseisen rissen.

 $\begin{array}{l} {\rm Abb.~63.}\\ {\rm S\"aulen~73~bis~75~mit~Ringbewehrung~(o,7~cm~Durchmesser,~umgehakt).}\\ {\rm Bewehrung~aus~weichem~Eisen~(\sigma_s=3040~kg/qcm).} \end{array}$



Bruchlast == 194650 kg

= 202 360 kg

= 219000 kg.

Abb. 64. Säulen 76 bis 78 mit Ringbewehrung (0,7 cm Durchmesser, umgehakt). Bewehrung aus hartem Eisen ($\sigma_8 = 5860$ kg).



Bruchlast = 262 100 kg

= 272 800 kg

= 267 590 kg.

79

Bruchlast = 296720 kg.



Säule 79 mit Ringbewehrung (0,7 cm Durchmesser, umgehakt). Bewehrung aus besonders hartem Eisen ($\sigma_s = 6410 \text{ kg/qcm}$).



3. Vergleich der Bewehrungen mit Ringen und Spiralen aus Eisen von 1,2 cm Durchmesser.

Hierzu sind außer drei achtseitigen unbewehrten Säulen Nr. 86 bis 88 je drei Säulen mit Ring- (Nr. 80 bis 82) und Spiral-Bewehrung (Nr. 83 bis 85) aus demselben Beton und unter Verwendung desselben Eisens von 1,2 cm Durchmesser gefertigt.

Die Ringe waren umgehakt, die Spiralen an den Enden verschweißt. Die Ganghöhe der Spiralen betrug 3 cm und ebensogroß war auch der mittlere Abstand zwischen den Ringen.



Als Längsbewehrung enthielten die Säulen 80 bis 85 acht Rundeisen von 1,6 cm Durchmesser, deren Festigkeitseigenschaften aus Tab. 66 unter Material-Zeichen 15 zu ersehen sind.

Die Ringe und Spiralen waren aus den in Tab. 64 unter Nr. 9 genannten Walzstangen gefertigt. Daß das Eisen in beiden tatsächlich die gleichen Festigkeitseigenschaften besaß, zeigen die in Tab. 64 unter Nr. 10 und 11 aufgeführten Versuchsergebnisse. Hiernach war im Mittel = $\sigma_s = 3370 \text{ kg/qcm}, \sigma_B = 4530 \text{ kg/qcm}$ und $\delta = 19.5 \, {}^0/_0$.

Die in Tab. 72 bis 74 enthaltenen Beobachtungswerte lassen erkennen, daß die Verkürzungen des Betons, gemessen in der Mitte der Säulenlänge, auch in dieser Versuchsreihe wieder bei den bewehrten Säulen größer waren als bei den unbewehrten; die Unterschiede der Gesamtverkürzungen betragen für die ringbewehrten Säulen etwa 110/0, für die spiralbewehrten etwa 150/0. Schon hieraus ergibt sich, daß die Verkürzungen des Betons in den spiralbewehrten Säulen etwas größer waren als in den ringbewehrten Säulen. Die Unterschiede sind indessen

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, Heft 28.

unwesentlich, zumal wenn man die Unterschiede in den Verkürzungen der drei gleichartigen Säulen, die nebenbei bemerkt bei den spiralbewehrten Säulen größer waren als bei den ringbewehrten, mit in Betracht zieht.

Den Verlauf der Längenänderungen der Säulen, gemessen zwischen den Druckplatten, zeigen die nach den Beobachtungs-Werten Tab. 75 in Abb. 66 aufgetragenen Schaulinien. Hiernach sind die Verkürzungen der spiralbewehrten Säulen etwas kleiner als die der ringbewehrten Säulen, aber auch sie können als belanglos angesehen werden.

Die Zerstörungserscheinungen an den Säulen 80 bis 88 zeigen die Abb. 68 bis 70.

Die mittlere Bruchbelastung (s. Tab. 76) beträgt bei den ringbewehrten Säulen 345 820 kg und bei den spiralbewehrten Säulen 351 750 kg; sie ist also bei den letzteren um $1,7^{0/0}$ größer als bei den ersteren. Dieser an sich schon geringe Unterschied verliert vollends an Bedeutung, wenn man beachtet, daß die



Durchmesser des Bewehrungseisens.

spiralbewehrte Säule 84 von allen die geringste Festigkeit aufwies. Ebenso wird man auch dem Unterschiede in den Verhältniswerten $(P:P_1)$ 100 für die Bruchlasten der Säulen zu denen der Würfel, die bei den spiralbewehrten Säulen 182, bei den ringbewehrten aber nur 175 beträgt, um deswillen keine praktische Bedeutung beimessen können, weil die Einzelwerte bei den spiralbewehrten Säulen außerordentlich schwanken, zwischen 173 und 192, bei den ringbewehrten Säulen dagegen gut untereinander übereinstimmen (173 bis 177).

Die Steigerungen der Säulenfestigkeit durch Ringe und Spiralen aus Eisen von verschiedenem Durchmesser (0,5, 0,7 und 1,2 cm) zeigen die Schaulinien Abb. 67.

Faßt man die besprochenen Ergebnisse zusammen, so ergibt sich, daß die Ringbewehrung sich der Spiralbewehrung auch beider Eisenstärke von 1,2 cm als gleichwertig erwiesen hat.

4. Das Verhalten der Längseisen im erhärtenden Beton.

Die Ergänzungsversuche Reihe 4 über das Verhalten der Längseisen im erhärtenden Beton sind noch nicht abgeschlossen. Ihre Ergebnisse werden später veröffentlicht werden.

Hier sei nur kurz erwähnt, daß die Längenänderungen der in den Beton eingebetteten Eisen den Längenänderungen des Betons folgten. Bis zum vierten Tage nach Anfertigung der Proben dehnten der erhärtende Beton und mit ihm die Längseisen sich aus. Dann trat Schrumpfen des Betons ein. Zugleich verkürzten die Längseisen sich, und zwar derart, daß sie bei etwa 8 Tagen Alter des Betons ihre ursprüngliche Länge wieder erreicht hatten und von nun ab in dem weiter schrumpfenden Beton Stauchungen erlitten.

Hiernach unterliegt es keinem Zweifel, daß die S. 43 besprochene Beobachtung, nach der die Längseisen in den Säulen nach deren Entlasten größere Länge besaßen als vor dem Belasten der Säulen, tatsächlich auf das Auslösen der Druckspannungen zurückzuführen ist, die durch das Schrumpfen des Betons in dem Eisen erzeugt waren.

X. Schlußwort.

Die vorliegenden Versuche liefern volle Bestätigung der bereits in meinem ersten Bericht (Heft 5, S. 71) aus den früheren Versuchen abgeleiteten Schlußfolgerung, daß die Verteilung der Druckspannungen über den Beton- und Eisen-Querschnitt der Säulen sich sowohl mit wachsender Belastung als auch beim wiederholten Lastwechsel ständig ändert, und tun ferner dar, daß die Spannungsverteilung in den einzelnen Querschnitten je nach der Höhenlage in der Säule verschieden ist. Sie bestätigen ferner, daß der Einfluß der Bewehrung auf die Bruchfestigkeit der Säulen von der Zusammensetzung des Betons abhängt.

Unter diesen Umständen habe ich einstweilen davon Abstand genommen, auf die Berechnung der Säulenfestigkeit aus der Druckfestigkeit des Betons sowie den Querschnitten des Betons und der eingebetteten Eisen einzugehen. Ich behalte mir vor, diese Frage zu behandeln, sobald die nächste Versuchsreihe über den Einfluß verschieden starker prozentueller Bewehrung zum Abschluß gebracht ist.

Abb. 68. Säulen 80 bis 82 mit Ringbewehrung (1,2 cm Durchmesser, umgehakt, $\sigma_s = 3380$ kg/qcm).

Bruchlast = 348230 kg

= 334970 kg

= 354 260 kg.

Abb. 69. Säulen 83 bis 85 mit Spiralbewehrung (1,2 cm Durchmesser, $\sigma_s = 3350~{\rm kg/qcm}).$



Bruchlast = 364400 kg

== 333 370 kg

= 357 470 kg.

Abb. 70. Säulen 86 bis 88 ohne Bewehrung.

Bruchlast = 155370 kg

= 167400 kg

= 145880 kg.

untersuchten	
der	inge.
sweisen	30 m Lä
rungs	I I,3
wehn	hatte
nd Be	äulen
IU	e S
Abmessungen	Sämtlich
Die	
Ι.	
Tabelle	

Säulen.

	Zusammen-	setzung des Betons in Raumteilen	I Zement auf 4 Kiessand		I Zement auf 2 ¹ / ₂ Kiessand		I Zement auf 4 Kiessand	
		Abstand cm	л т.		S	3	4	3
	gen	Q u e r - Eisen- Durchmesser cm	0,5 0,7 0,7 0,7 0,5 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7 0,7	rt	0,7 r t	0,7 r t	0,5 0,7	1,2
	Bewehrung	Form	geschweißte Ringe umgehakte Ringe Diagonalbügel Spirale u n b e w e h geschweißte Ringe umgehakte Ringe Spirale	u n b e w e h	umgehakte Ringe u n b e w e h	Spirale u n b e w e h i	Spirale	Spirale
	-	g s - Durch- messer cm	ء 4,1		0	1,4	1,4	1,6
-		L ä n Anzahl	4 ∞		4	∞	∞	80
		Säulen- Querschnitt)	Wie bei Gruppe a bis e	s. Tabelle 56	bei 61 und 63 wie bei Gruppe f bis h; bei 62 und 64 dgl. aber außerhalb der Spirale kein Beton	Wie bei Gruppe f bis h
		Säulen- Nr.	$\begin{array}{c} 1-3\\ 4-6\\ 7-9\\ 10-12\\ 13-15\\ 16-18\\ 16-18\\ 16-18\\ 19-21\\ 22-27\\ 28-30\\ 31-33\\ 34-36\\ 37-39\\ 40-42\\ 43-45\\ \end{array}$	46-48	49—51 52—54	5557 5860 72	61 62 63 64	65-67
		Gruppen- zeichen	b c f f	i	k 1	n 0	1	I
	Connectional	Untersuchung	Einfluß verschiedenartiger Querbewehrung bei der gleichen Längsbewehrung		Einfluß fetterer Beton- mischung (im Vergleich mit den Säulen $10-12$ und $25-27$)	Hohle Säulen (im Vergleich mit den Säulen 4348)	Einfluß der Schale (des Betons außerhalb der Umschnürung)	Einfluß stärkerer Spi- rale im Vergleich zu den Säulen 40-45
		Reihen- zeichen	A		В	С	D	H

Tab. 1. Die Abmessungen und Bewehrungsweisen der untersuchten Säulen.

	4	beständigkeits-	1000	bestanden	bestanden		Raumgewicht bben bei dem Alter in Tagen	7 28			
ites. eführt.)	Gewicht	aus-	geglüht	3,248	3,259	eführt.)	Mittleres von 5 Pro folgenden	I			
en Zemer 1909 ausg	Spezif.	-un	geglüht	3,134	3,125	mentes. 1909 ausg $z = 8, 5^{0}/_{0}$	Verhältnis- werte für die Bruch- festioteit	0/0			
wendet zember	Glüb.	verlust	0/0 u	0,98	2,05	e ten Ze cember sserzusatz	Mittlere V Bruch- di festigkeit f kg/qcm				
n ver m De		bunden	Minute	1	30	wende n De; Was	fe	10			
äuler en vo	uch	Abge	Std. 1	II	IO	verv n voi sand.		6			
en S Vorme	evers	ngs-	nuten	1	30	ulen Jorme	ich Ni	8			
zu d den 1	bind	Erhärtu Anfai	d. Mi			n Sä len N n No	te Versu	2			
des ach	Al	I -II	St			u de ach c steiler	selwer	9			
ften mg n		Wasse zusat	0/0	26,5	26,0	es z ng ni wicht	Einz	5			
schai	-	mit qcm	000	2.61	8,61	ften de: alprüfung 3 Gewi	die Fe	3 4			
igen ateria	eit	Sieben l für I	006	2,2	2,0	chaft uterial und	für	5			
en E Baum	einhe	f den henzah	000	1,8 2,0 igens Baum	gens Bauma nent		I				
kalisch . 2 für	Siebf	stand auf ider Masch	324 (0,2	0,2	gkeitsei 2 für I steil Zei	Alter bei der Prüfung	n Tagen			
Abt		Rüch folgen	240	0,0	0,0	Abt. wicht	as g	ii			
. Die F	cht in kg/l	ein- gerüttelt	R_{T}	1,978	1,847	elle 3. F e sind in aus 1 Ge	Art der Lageru bis zur	Prüfung			
Tabelle 2 e Versuch	Raumgewi	ein- gelaufen	RI	1,159	I,143	Tabe Versuche Mörtel	Tag der Proben-	Terugung			
(Die	Тао	der Prüfung	0	3. III. 13	2. VII. 13	(Die	Eigen- schaft				
2	Unter-	suchung	Nr.	I	5		Unter- suchung	Nr.			

gewicht ei dem in Tagen	28	11	11	2,276 2,256	2,200 2,183
es Raum Proben b n Alter	7	2,314 2,314	11	11	11
Mittler von 5 folgende	I	2,286 2,300	2,239	11	2,239 2,220
Verhältnis- werte für die Bruch- festickeit	0/0	- 100 93,6	100 98,7	100 95,9	100 93,6
Mittlere Bruch- festigkeit	kg/qcm	22,22 20,8	219 216	313 300	374 350
	10	22,2	216	315 300	376 357
2	6	21,5	220 213	318 292	353
ch N	8	22,6 20,4	227 220	306 308	358
Versu	7	22,4 20,0	22I 220	310 306	370 354
lwerte bei	9	21,6 21,8	216 218	305 302	376 356
Einze	5	23,5 19,9	222 213	314 303	370 343
Fest	4	22,9	228	317 296	370 346
ir die	3	22,4	214 218	312 304	378 346
IJ	5	21,1 19,7	216 213	316 296	370 342
	I	21,4 20,0	212 216	318 294	376 347
Alter bei der Prüfung	in Tagen	7	7	28	28
Art der Lagerung bis zur	Prüfung	unter Wasser	unter	Wasser	r Tag a. d. Luft, 6 Tage unterWas- ser, danna. d.Luft
Tag der Proben-	anngniai	6. III. 13 3. VII. 13			
Eigen- schaft		Zug- festigkeit		Druck- festigkeit	
Inter- chung	Nr.	1 2	1 2	1 2	- 11

(Ausgeführt in der Abt. 2 für Baumaterialprüfung.)	Kornzusammensetzung des gettockneten Materials	Drahtsiebe mit quadratischen Löchern	stand von Maschenweite in mm mit Maschen auf 1 qcm	25 15 10 7 4 9 20 60 120 324 900	it auf 0,0 11,4 15,4 21,7 27,8 33,7 39,3 49,9 63,9 80,9 97,1	ten je oio 11,4 4,0 6,3 6,1 5,9 5,6 10,6 14,0 17,0 16,2 2,	it auf 0,0 6,4 15,4 22,6 29,6 43,6 79,8 95,8	ten je bieben – – 0,0 6,4 9,0 7,2 7,0 14,0 16,0 17,2 19,0 4,	t auf o.o 64,2 89,8 97,1 97,4 97,5 97,6 97,7 97,8 98,3 99,2	en je iteben 0,0 64,2 25,6 7.3 0,3 0,1 0,1 0,1 0,1 0,5 0,9 0,	it auf 0,0 32,7 51,1 56,4 60,5 64,6 68,0 74,0 80,4 88,9 98,0	ien je ieben 0,0 32.7 18.4 5.3 4.1 4.1 3.4 6.0 6.4 8.5 9.1 2.	tt auf ieben 0,0 23,6 36,2 43,5 46,9 51,4 56,1 64,2 73,9 85,8 97,4	en je jeben 0.0 23.6 12.6 7.3 3.4 4.5 4.7 8.1 9.7 11.9 11.6 2.	t auf o,o 46,6 64,6 72,3 75,4 77,9 80,2 83,9 88,5 93,4 98,5	en je jeben 0,0 46,6 18,0 7,7 3,1 2,5 2,3 3,7 4,6 4,9 5,1 1,	its gehalte betrugen bei I = 2,4 $^0/_0;$ II = 5,0 $^0/_0;$ III = 2,0 $^0/_0;$ IV = 3,3 $^0/_0$
erials.	-		- Kuck	0	Gesarr den S	zwisch zwei S	Gesan den S	zwisch zwei S	Gesan den S	zwisch zwei S	Gesan den S	zwisch zwei S	Gesan den S	zwisch zwei S	Gesam den S	zwisch zwei S	Feuchtigke
Kiesmat	Gehalt an	ab- schlämm-	baren Be	0/0	0.1	2								I			. ³) Die
I pun -p	Undichtig-	keitsgrad	n = n	1 - 1	0.212	6	0.00	66210	0100	6100		0,414	1000	0,207	0000	C0340	= 13,25%
des San	Dichtig-	keitsgrad	9 = P	r,r/s	0.787	1216	142.0	41/60	1890	10010	884.0	00/10	e e e e e e e e e e e e e e e e e e e	0./95	202.0	16/10	Rückstand
uchung	Spezi-	fisches	Gewicht	0	2.586		2635	CC0.4	2 600	66017	2 652	* 6014		2,011	, 19 C	++0.4	nittelt. ²)
Unters	I 1	cken	einge- rüttelt	R_r	2.025	CC-1-	1 05.2	-664	1 828	0001	000 6	0601-	1000	1/0,2	201 6	10.12	defäß en
e 4.	richt für	troc	einge- laufen	R_l	1.752	0011	1 646	0401	1 28.	4001	1 825	C=0'i	. 60.	1,004	1 827	1001	o.Liter-(
Tabell	Gev	feucht	einge- füllt ¹)	R_{f}	T.C.T.T.3.		18001	(1 4703)	1.6/14.1	1 67.43	(+/04)	15003	(nna*1	r 6833)	(apply	1 Im I 1 Im I 1
		Bezeichnung	Materials		Kiessand I auf Sieb mit	Maschenweite abgesiebt ²)	Sand II auf Sieb mit	Maschenweite abgesiebt	Kies III	It bis 25 mm	Kiessand IV Mischung von	gleichen Ge- wichts-Teilen	Kiessand V Mischung aus	$\frac{5}{4}$ II + $\frac{3}{4}$ III	Kiessand VI Mischung aus	$\frac{3}{4}$ II $+ \frac{5}{4}$ III	$V = 4, I^{0/0}; V$

Tabelle 4. Untersuchung des Sand- und Kiesmaterials.

00 Tabelle 5. Druckfestigkeit der Beton-Mischungen. Tabelle 6. Druckversuche mit den Längseisen.

Tabelle 5.

Druckfestigkeit der verschiedenen Beton-Mischungen.

Hergestellt aus 4 Raumteilen Kiessand und 1 Raumteil Zement. In Mischmaschine gemischt und von Hand eingestampft. Nach 2 Tagen entformt und dann bis zum achten Tage angenäßt; geprüft bei 28 Tagen Alter.

Reihe Nr.	Verwer Ma- terial-	ndeter Kiessand Zusammen- setzung in Raumteilen		Wasserzusatz bezogen auf die trockene	Mittlere gewicht Probew Alter in	sRaum- t der 5 ürfelbei n Tagen	Druckfestigkeit in kg/qcm der Probe						
	(siehe Tab. 4)	Kies 11 bis 25 mm	Sand o bis 11 mm	Mischung º/o	2	28	I	2	3	4	5	Mittel	
I	VI	5	3	8,0	2,413	2,401	346	343	353	352	363	351	
2	IV	I	I	8,0	2,381	2,373	324	327	330	331	323	327	
3	V	3	5	8,0	2,390	2,381	350	349	360	376	363	360	
4	V	3	5	8,75 ¹)	2,354	2,340	299	300	308	314	305	305	

· Tabelle 6.

Ergebnisse der Druckversuche mit den Eisen für die Längsbewehrung der Säulen.

Die Versuchsstücke waren Zylinder mit dem vollen Querschnitt der Walzstangen und der Länge gleich dem dreifachen Durchmesser.

Ver-		Abmes	sungen		Elastizitäts- zahl	Spannunger	n kg/qcm	T #nemoinen																
such Nr.	Ganze Länge	Meß- länge	Durch- messer	Quer- schnitt	$\frac{\mathbf{I}}{\alpha} = E$	Proportiona- litätsgrenze	Quetsch- grenze	der Säulen																
	cm	cm	cm	qcm	kg/qcm	σ_P	σ_S																	
I			2,00	3,14	2 085 000	2870	3080																	
2	60		2,01	3,17	2 065 000	2840	3150	I bis 24 und																
3	0,0	3,0	2,00	3,14	2 065 000	2870	2880	49 bis 51																
Mittel			_	_	2 070 000	2860	3040																	
6			1,41	1,561.	2 020 000	2880	3090																	
7	12	2,5	2,5	1,41	1,561	2 045 000	2560	2770	30, 34 bis 39, 44															
8	4,~			2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	1,40	1,539	1 960 000	2600	2920	(Lieferung a)					
Mittel			_	-	2 010 000	2680	2930	(Dicter ung u)																
II			1,39	1,517	2 045 000	1980	2860																	
12	12																	-	1,39	1,517	2 100 000	2970	3300	28, 29, 31 bis 33
13	4,2	2,5	1,41	1,561	1 950 000	1920	2880	(Lieferung h)																
Mittel			-	-	2 030 000	2290	3010	(Lineiterang b)																
16			1,60	2,011	2 045 000	2090	2390																	
17	4,8	4,8 2,5	1,60	2,011	1 990 000	2390	2800	Callin Ca																
18			1,60	2,011	2 025 000	2390	2690	05 018 07																
Mittel		. · · ·	-	_	2 020 000	2290	2630																	

¹) Bei diesem Wasserzusatz befand sich der Beton aus dem Kiessand V im gleichen Zustande der Weichheit wie der Beton aus den beiden Kiessanden VI und V (Reihe 1 und 2) mit $8^{0}/_{0}$ Wasserzusatz.

Tabelle 7 u. 8. Ergebnisse der Zugversuche mit den Längs- und Querbewehrungen. 91

	Längseisen	Abmes	sungen	Elastizitätszahl	Spannung	en kg/qcm	σο	Bruch-	Quer-
Probe Nr.	der Säulen	Durch- messer cm	Quer- schnitt qcm	$\frac{1}{\alpha} = E$ kg/qcm	Streck- grenze σ_S	Bruch- grenze σ_B	$\frac{S}{\sigma_B} \cdot 100$	dehnung auf $l = II, 3 \sqrt{t}$ 0/0	schnittsver- minderung º/0
4	I bis 24	2,00	3,14	2 1 20 000	2600	3810	68	31,9	68
5 Mittel	und 49 bis 51	2,01	3,17	2 035 000 2 077 500	2840 2720	3900 3860	73	27,8 29,9	70 69
9	30, 34 bis 39,	1,4	1,54	2 050 000	3120	4060	77	26,2	68
IO	44,45 u.55bis64	1,4	1,54	2 010 000	3080	4120	75	29,2	69
Mittel	(Lieferung a)	-	-	2 030 000	3100	4090	76	27,7	69
14	28,29,31 bis 33	1,40	1,54	1 980 000	2760	3900	71	34,3	73
15	und 40 bis 43	1,41	1,56	1 990 000	2720	3730	73	29,6	75
Mittel	(Lieferung b)	-	_	1 985 000	2740	3820	72	32,0	74
19	A DAY OF	1,60	2,01	2 030 000	2770	4100	68	31,4	63
20	65 bis 67	1,60	2,01	2 055 000	2400	3580	67	37,5	73
Mittel		-	-	2 042 500	2590	3840	68	34,5	68

Tabelle 7. Ergebnisse der Zugversuche mit den Eisen für die Längsbewehrung der Säulen.

Tabelle	8.	Ergebnisse der	Zugversuche	mit den	Querbewehrungen.
		I. Eisen	von 0,5 cm I	Durchmesser	

			Ahmes	sungen	Spannung	en kg/qcm		Bruch-	
Ver-	Eisen	Form, in der	Durk	Sungen	Streck-	Bruch-	os Too	dehnung auf	Zustand
such	verwendet zu	das Eisen	Durch-	Quer-	grenze	grenze	σ_{R}	l = z cm	der
Nr.	den Säulen	eingeliefert	messer	schnitt	a	a.	0/0	0/0	Proben
			cm	qcm	-5	B	70	10	
47			0.48	0,181	2930	4140	71	24,0	kalt gerade
48	1 1 1 1 1 1 1 1		0,47	0,173	3010	4360	69	25,6	gerichtet
49	·	1.1.1	0,47	0,173	2310	3580	65	26,0	ohne
	0.74	Fertige							Schweiß-
Mittel	I bis 3	geschweißte	-	-	2750	4030	68	25,2	stelle
80		Ringe	0.17	0.173	2770	3700	75	_ 103	mit
81			0.50	0.106	3110	4540	60	20.0	Schweiß-
		1.00	-,3-	-1-9-	5	+3+-			stelle in
Mittel			-	-	2940	4120	72	20,0	der Mitte
53			0,48	0,181	3260	4700	69	24.6	
54		Fertige	0.51	0,204	3770	5200	72	26.8	-
55	7 bis 9	Ringe mit	0.47	0,173	2890	4510	64	-	
Mittel		Hakenenden			3310	4800	68	25.7	
					1		6		
59			0,51	0,204	3300	4900	09	27,0	
61	To his TE	Fertige	0,40	0,101	3400	5000	70	23,0	kalt gerade
10	13 DIS 15	Diagonalbügel	0,51	0,204	3030	5150	70	19,0	gerichter
02			0,49	0,189	3330	4890	00	20,2	Serienter
Mittel			-	-	3460	4990	69	24,0	
63	10		0.51	0,204	2940	4310	68	21,8	
64	19	Fertige	0,51	0,204	2890	4070	71	25,I	
65	20	Spiralen	0,51	0,204	3190	4360	73	24,8	
Mittel				-	3010	4250	71	23,9	
26	1)		0.40	0.180	2200	1450	76	25.0	
30	1	and the second	0.52	0.212	2880	4450	71	26.1	
28	28 und 20	1.000	0.51	0.204	2000	4260	68	23.0	
20	1 20 und 29	C	0.18	0 181	2160	4560	60	226	
39		Stangen (zu	0,40	0,101	3010	4500	60	23,0	
40	K	geschweißten	0,50	0,190	3010	4340	62	22,4	ungerichtet
31		Ringen	0,50	0,190	2010	4490	67	22,9	ungementet
32	1	manman dat)	0,51	0,204	2940	4300	07	2/15	
33	1 30	verwendet)	0,50	0,190	3000	4230	72	10,2	
34			0,51	0,204	3020	4100	74	25,4	
	,		0,50	0,190	3220	4340	74	23,0	
Mittel			-		3050	4330	70	23,8	
41)		0,47	0,173	3760	5090	74	16,2	
86	40		0,46	0,166	4330	5200	83	15,2	
87		Fertige	0,49	0,189	3700	4520	82	16,6	kalt gerade
42	41	Spiralen	0,47	0,173	3760	5090	74	18,1	gerichtet
43	42		0,49	0,189	3440	4820	71	15,4	
Mittel					3800	4940	77	16.3	

Ver- such Nr.	Eisen verwendet zu den Säulen	Form, in der das Eisen eingeliefert	Abmes Durch- messer cm	sungen Quer- schnitt qcm	Spannung Streck- grenze σ_S	en kg/qcm Bruch- grenze σ_B	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot \frac{100}{100}$	Bruch- dehnung auf $l = 7 \text{ cm}$	Zustand der Proben
50 51 52 Mittel	4 bis 6	fertige geschweißte	0,70 0,73 0,72	0,385 0,419 0,407	3220 3080 3150 3150	4230 4100 4130 4150	76 75 76 76	25,0 20,0 29,8 24,9	kalt gerade gerichtet ohne Schweißstelle
71 72 Mittel		Ringe	0,72 0,73	0,407 0,419 —	3070 2740 2910	4050 4040 4050	76 68 72	16,9 20,0 18,5	mit Schweiß- stelle in der Mitte
56 57 58 Mittel	10 bis 12	fertige Ringe mit Hakenenden	0,69 0,71 0,69	0,374 0,396 0,374	3400 3080 3000 3160	4520 4120 4150 4260	75 75 72 74	22,9 33,2 22,9 26,3	kalt
66 67 68 Mittel		fertige Spiralen	0,69 0,69 0,69	0,374 0,374 0,374 	3080 2760 3130 2990	4410 3880 4440 4240	70 71 71 71 71	28,7 24,3 20,0 24,3	gerichtet
21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 Mittel	31 bis 33	Stangen (zu ge- schweißten Ringen verwendet)	0,68 0,69 0,68 0,68 0,68 0,68 0,68 0,68 0,68	0,363 0,374 0,363 0,363 0,363 0,363 0,363 0,363 0,363 0,363 0,363	2840 2760 3000 2810 2950 2950 2810 2920 2870 2870	4000 3850 4220 4000 4050 4160 4050 4050 4050 4020 4040	71 72 71 70 70 73 71 70 72 71 71	24,8 25,1 24,4 23,5 22,7 23,1 25,6 24,2 23,4 25,9 24,3	ungerichtet
44 45 46 88 89 Mittel 82 83	$\left.\begin{array}{c} 43\\ 44\\ 45\end{array}\right) 1)$	fertige Spiralen Ringe von etwa 60 cm Durch-	0,65 0,65 0,64 0,63 0,64 0,66 0,65	0,332 0,322 0,322 0,312 0,322 	4070 3920 4040 3810 3830 3930 2200 2230	4850 4830 4820 4780 4700 4800 3740 3770	84 81 84 80 82 82 82 59 59	15.9 15.7 13,7 12,4 14,0 14,3 33,8 31,4 31,4	kalt gerade gerichtet
84 85 Mittel	55 bis 60 ²)	messer (zu Spiralen verwendet)	0,66 0,66 —	0,342 0,342 —	2160 2140 2180	3600 3800 3730	60 62 60	28,8 	

Tabelle 9. Ergebnisse der Zugversuche mit den Querbewehrungen. II. Eisen von 0,7 cm Durchmesser.

Die Zerreißproben sind den Enden der einzelnen fertig eingelieferten Spiralen entnommen.
 Die Zerreißproben 82, 83 und 84, 85 entstammen zwei verschiedenen Stangen.

Tabelle	10.	Ergebnisse der	Zugversuche	mit den	Querbewehrungen
		III. Eisen	von 1,2 cm D	urchmesser.	

Ver- such Nr.	Eisen verwendet zu den Säulen	Form, in der das Eisen eingeliefert	Abmes Durch- messer cm	Quer- schnitt qcm	$\frac{\text{Spannung}}{\text{Streck-}}\\ \text{grenze}\\ \sigma_S$	$\frac{\text{en kg/qcm}}{\text{Bruch-grenze}} \sigma_B$	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100$	Bruch- dehnung auf $l = 12 \text{ cm} \frac{0}{0}$	Zustand der Proben
73 74 75 Mittel	65 66 67	fertige Spiralen	I,19 I,20 I,18	I,II2 I,I3I I,094	3330 3400 3470 3400	4450 4540 4490 4490	75 75 77 76	18,5 16,7 17,5 17,6	kalt gerade gerichtet
76 77 Mittel	dgl.	Stangen	1,18 1,18 —	1,094 1,094	2930 3060 3000	4030 4130 4080	73 74 · 74	17,5 15,0 16,3	im Amt geschweißt
78 79 Mittel			I,19 I,20	1,112 1,131	3600 3540 3570	4630 4580 4610	78 77 78	15,8 14,2 15,0	ungerichtet

Tabelle 11.

Druckfestigkeit des zu den Säulen verarbeiteten Betons.

Würfel von 30 cm Kantenlänge; Druckfläche = 900 qcm; Inhalt = 27000 ccm. Alter = 90 und 91 Tage.

	Nr.	A	ngefertigt		Gewicht	Ranma	Bruchfestigkeit		7
lfd Nr	der zu- gehörigen		bei I	uft-	des Würfels	gewicht	Belastung	Spannung	sammen-
	Säulen und des	am	Feuchtig- keit	Wärme	bei Prüfung	Betons	P	σ_{-B}	des Betons
	Würfels		0/0	C0	kg	g/ccm	kg	kg/qcm	
I	I	6. III. 13	67	16	61,80	2,289	209 200	231	
2	4	8.	62	17	62,20	2,304	222 300	247	
3	10	II.	59	16	62,10	2,300	211 800	235	
4	7	13.	54	17	62,30	2,307	215 700	240	
5	13	15.	61	17	62,80	2,326	217 000	241	
6	16	18.	55	17	62,20	2,304	218 300	243	
7	25	27.	57	18,5	61,70	2,285	210 500	234	-
8	5	3.1V.13	70	17	61,50	2,278	202 500	225	
9	2	5.	68	17	61,40	2,274	202 500	225	
10	01, 02	8.	70	14	61,40	2,274	201 200	223	
11	03, 04	12.	47	18	02,50	2,315	219 700	244	
12	17	12.	40	10	01,20 67.80	2,207	210 500	234	
13	14	15.	40	17	61,00	2,289	201 200	223	
14	0, 34	17.	53	15	61,70	2,205	201 200	223	
15	35	19.	54	19	62.00	2,205	202 500	225	
10	20, 4/	22.	50	10	62,00	2,290	223 000	240	
1/	11, 3/	20.	60	1/	62.00	2,290	222 300	24/	
10	5, 30	29. 2 V 12	64	24,5	62,55	2,309	215 /00	240	I Raum-
19	0, 30	3. 1. 13	62	19,5	62,10	2,300	210 500	234	teil
20	12, 39	0. Q	05	10	62.50	2,50/	214 400	237	Zomont
22	58 40	12	50	15	62,50	2,315	222 300	247	Zement
22	15 21	13.	50	20	62,00	2,319	215 700	247	und
23	15, 51	15.	50	16	61.70	2,522	215/00	240	4 Raum-
24	10, 43	1/.	50	10	62.10	2,205	19/ 200	219	teile
25	19, 40	20.	59	10	62.50	2,55/	21/000	241	Kies
20	22, 55	22.	50	1/,5	62,50	2,515	210 500	234	ITICS-
28	27, 50	24.	70	17	61.00	2,290	19/ 200	219	sand
20	34	27.	70	1/	61,90	2,293	195 800	210	
29	20 11	29.	67	20	50,10	2,2/0	190 500	161	
30	20, 41	31.	07	24	59,40	2,204	144 000	180	
22	23, 44	3. 11.13	80	24	62.00	2,241	102 200	221	
34	21, 59	5.	50	22	61.70	2,290	199 900	221	
33	24, 50	10	59	IOF	62.00	2,205	201 200	219	
34	30	12	60	19,5	62,00	2,290	215 700	240	
35	33	12.	62	1/15	61.00	2,307	215 /00	240	
30	45	14.	03	10,5	61.80	2,295	201 200	222	
3/	45	10	52	22	61.10	2 262	201 200	225	-
20	40	21	54	20 5	61.10	2 262	202 500	220	
39	57	24	80	10,5	61.50	2,203	18: 000	201	
40	65	26	67	TOF	62.00	2,206	214 400	228	
41	66	28	68	16.5	62.05	2,208	217,000	241	
42	67	I VII 12	70	175	61.80	2,280	211 800	235	
45			19	-/15	01,00	2,209	200 800	-35	
Mittel	-	-	62	18	61,88	2,292	206 500	229	
44	49	29. III. 13	57	19,5	62,80	2,326	284 500	316	I Raum-
45	52	1.1V.13	69	18	62,60	2,319	290 600	323	teil
46	53	10. IV. 13	62	16	62,80	2,326	290 600	323	Zement
47	50	24. IV. 13	63	17,5	62,60	2,319	291 900 324		und $2^{1}/_{2}$
48	51	27. V. 13	70	17	62,80	2,326	270 400 300		Raum-
49	54	29. V. 13	70	20	62,95	2,331	299 300	333	teile
Mittel		_	65	18	62,76	2,325	287 900	320	Klessand

Tabelle 12. Querdehnungen der quadratischen Säulen

	0-5		145 800	2345 2438 2653 2950 3045 3233 3340 3452 3452 3452	1100 1260 1340 1398	1340 1567 1655 1672 1755 1755 1758 1758 1788 1858 1845	1360 1540 1593 1662
	0/0 . 10		98 500	933 962 978 987	517 550 5587 5887 598 598 607 617 632 632	683 718 727 735 740 742	693 758 803 830 855 885 905 905 907
ung.	δ'' in	107.0	737IO	613 623 632 643 643 643	227 262 282 282 297 307 315 327 327 323	470 473 480 488	388 417 445 463 465 485 485 495 500 513
elast	bnung		53 750	428 423 427 427 427 427 420 420 420 420 422 432	78 87 95 95 98 103 1107 1107 1107 1113	312 308 308 317 317	+127 165 185 202 202 213 202 213 202 245 245 245
angsb	Querde	4	33 330	233 2338 2337 2337 2337 2337	5 10 13 13 13 13 15 17	168 168 168 172	
Ante	ernde		22 960	147 152 157	0 0 0 0 0 0 1 0	107 108 110	333333333333333333333333333333333333333
o kg	Fed	50	12 530	70 67 68 73 70	 \$ 7 5 5	47 47	5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
f 209	0-2	in k	145800	1160 1450 1718 1905 2110 22105 2432 2432 2553	485 618 703 770	493 575 645 712 745 787 833 880	1432 1588 1717 1717 1795
n au)I · 0/0	ngen	98 500	243 277 303 325 333 333	+ 55 77 98 108 117 130 133 133 133 145	85 98 108 117 122 122	513 582 643 690 723 752 768 808 835 835
tlaste	ð' in	astu	737IO	138 152 155 160 167 173	+	12 18 25 27 27	188 252 252 275 275 303 315 327 333 333
n En	ehnung	1 Bel	53750	55 62 62 62 62 80 83 93 93 102 102 105	-70 -67 -67 -67 -67 -70 -70 -72 -72 -73		+ 53 77 92 102 108 113 117 117 117 117 113 133
olten	Querd	ender	33 330	33 38 40 42 42 45 45		-17 -17 -20	
ederh	ibende	folge	22 960	18 20 22			-20 -23 -23 -27 -27 -27 -27 -27 -27
d wi	Blei	den	12 530	101125		1 1 1 1 1 1 1	 70.050
nu gi		bei	174240	1		3717	1 1 -
gerun	g01		145 800	3505 3880 4372 4855 5155 5505 5505 5505 5572 6605 6543	1585 1878 2043 2043 2168 22168 2270	1833 2142 2300 2300 2383 2500 2575 2692 2692 2725 2800	2792 3128 33128 3457 3457 3558
tstei	· 0/0 1		98 500	1177 1238 1267 1303 1320 1320 1345	572 627 666 695 737 737 750 777 785	768 817 835 852 862 868 880 880	1207 1340 1447 1520 1578 1673 1673 1673 1710 1742 1770
- Las	ıg δ ir		73710	752 775 8800 810 825 825	188 267 267 300 310 325 335 335 340	482 492 505 515 517	578 645 697 738 787 810 810 827 847 855
reiser	dehnur		53750	483 485 485 492 513 5513 5537 537 537	188 188 32 37 37 37 40 40	302 305 307 315 313 313	+ 180 277 277 303 303 322 338 347 358 358 358 358 358 358 357
utenw	mtquer		33 330	267 277 277 280 280 283		152 152 152 152 152 150	
ei sti	Gresa		22 960	165 172 178 182		102 98 92 87	-53 -57 -57 -57 -57 -57 -60 -62 -62 -62
on b			12530	72 75 80 80 32		47 45 38 38	33
am Bet	Be-	lastungs-	reihe	1 2 2 4 2 3 2 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1	1 8 8 4 70 0 7 8 6 1 0	1 0 m 4 m 0 1 8 6	н к к к к к к к к к к к к к к к к к к к
nessen	Ge-	messen		in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
gen	Art der	Quer-	bewehrung	Ge- schweißte Ringe	aus 0,5-cm- Eisen	Ge- schweißte	Kinge aus 0,7-cm- Eisen
	Säule	Nr.		н	61	4	Ŵ

Tabelle 12. Querdehnungen der quadratischen Säulen.

Tabelle 12 (Fortsetzung). Querdehnungen der quadratischen Säulen

	0-2		I45800	1275 1415 1503 1503 1533 1533 1533 1622 1618	1123 1325 1385 1467 1512	1992 2933 3258 3467 3467	973 1102 1175 1258 1258
	I • 0/0		98 500	762 772 788 790 793 793 793	457 528 573 573 573	937 978 1025 1025 1035 1053 1062 1062	397 425 478 478 475
ung.	δ'' in		73710	532 542 545 545 545 545 547	152 200 247 255 265 265 265 265 283 285 285 285 285 285 285	613 633 640 650 650 665 665 655	162 193 193 195 197 197 205 207 207 207 213 222 223
elast	hnung		53750	373 377 377 380 378 378	57885558 5788555 5788555 5788555 5788555 578855 57885 57885 57885 57885 57885 578 578	410 415 415 407	+ 43 55 55 60 63 63 65
ungsp	Querde		33330	230 218 220 225 225 222 222 218 218	15 15 88 88 88	235 238 237 237 235	
Ania	ernde		22 960	137 138 138 135 147 147 160	12 10 12 12 12 12 12 12 12 13	150 145 152 152 148 148	
0 Kg	Fed	-	12530	+ 65 67 67 67	+ 0000000000000000000000000000000000000	77 70 73	
1 209	-5	in kg	145 800	323 457 457 457 473 547 552 547 572 615 625	565 690 862 923	1065 1407 1698 1973	++ 93 213 268 282 282
n au	01.0/0	gen	98 500	37 57 53 63 68 80 82 82 82	++ 30 78 93 110	35 65 73 78 78 78 78 78	
laste	δ' in	stun	73710	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1			
I EII	hnung	Bela	53750		- 85 - 97 - 103 - 108 - 113 - 113 - 1130 - 120 - 120 - 127 - 130		-100 -108 -113 -113 -123 -137 -137
olten	Querde	den	33 330				
alern	bende	lgen	22.960				
I WIE	Blei	en fo	12530	+ 0 - 10 - 15 - 15	∞ n n ∞		- 10 - 17 - 20 - 20
g un		ei d	174240	3375	3297		2032
erun	0-5	q	r45 800	1598 1815 1960 2008 2130 2130 2133 2233 2233 2233 2233	1688 2015 2180 2180 2328 2435 2518 2518	3057 4340 54457 5923 5923	1083 1267 1388 1477 1598 1598
tsteig	1 . 0/0 1		98 500	798 808 858 852 858 853 873 873 873 873	487 578 667 700 730	972 1032 1090 1095 1103 1128 1137 1147	255 297 353 355 355
Las	ıi δ gr		73710	515 532 540 545 545 548 550 550 550	++ 117 ++117 165 165 180 195 210 222 232 232 233 233 233	582 607 612 623 623 623 623 623 630	+++ 52 62 62 62 62 62 62 62 62 62 62 62 62 62
retser	rdehnui		53750	330 337 340 343 345 345 345		358 350 352 352 352 352	
Itenw	mtque		33330	177 175 175 172 172 172 170 170 167		187 182 177 173 173	
ei sti	Gesa		22 960	122 123 118 118 118 112 108 98		123 115 1107 107 107 97	92
on b			12 530	65 60 57 52 48	+++	68 55 55 45 52 52 53 53 53 54	
am Bet	Be-	lastungs-	reihe	1 2 2 4 2 0 1 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0	1 2 2 3 3 2 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H 11 10 4 10 10 10 0	1 2 2 4 2 9 7 8 9 1
nessen		-aD	IIICoscoIII	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
gen	Art der	Quer-	bewehrung	Umgehakte Ringe	aus 0,5-cm- Eisen	Umgehakte Ringe	aus 0,7-cm- Eisen
		Saule	INI.	7	œ	IO	II

Tabelle 12 (Fortsetzung). Querdehnungen der quadratischen Säulen.

------Anto 1---one fue Tabelle 12 (Fortsetzung). Querdehnungen der quadratischen Säulen gemessen am Beton bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2000 96

	0-2		145800	1245 1397 1542 1542 1668 1668 1708 1708 1722 1767	810 860 892 915 935	1790 2092 2343 2535 2628 2807 2940	682 737 950 967
	1 · 0/0		98 500	663 695 703 703 713 708 713 715 715 715 723	345 372 385 397 403	788 812 810 840 852 858 858 878 877 877	415 430 450 455 455 455
tung.	δ'' in		73710	455 467 468 470 472 472 472	160 168 178 178 183 183 190 192 195 195	510 522 523 533 542 543 543 543 543	207 237 242 2447 2447 2447 2447 2447 2447
oelasi	ehnung		53750	307 328 318 318 318 318 318 318	60 67 68 772 772 772 772 772 772 772 772 772 77	330 347 347 347 347 345 345 345 345 345	85 90 92 98 98 98 98 98 98 102 102 102
angst	Querd		33 330	170 172 170 168 170 172 172	8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8	180 183 183 183 183 183 183 183 183 183	33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33
HIIH	lernde		22 960	110 107 108 108 110 110	20 18 18 18 17	117 120 118 118 118 118 118 118	8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8 8
JU Kg	Fec		12 530	533 22 0 2 4 8 0 5 3 3 2 2 0 2 4 8 0 5 3 3 2 2 0 2 4 8 0	10 12 12	<u></u>	17 18 18 18
502 1	0-5	n kg	145800	487 638 695 750 813 865 915 915 990	157 193 220 240 255	1053 1352 1822 1822 2032 2370 2370	+175 237 318 318
np II:	0 • 0/0	gen i	98 500	108 122 122 127 130 140 153 157 157 157 157 157	17 27 35 40 40	158 195 212 212 212 212 243 243 243 255 255	+++ - 20
Indole	ς δ' in	stun	73710	45 48 53 53 62 63 63 68		68 77 82 85 92 92 95 92 95 98 98 98	
	ehnung	Bela	53 750	28 17 18 18 20 20 23	23	337 337 442 443 443 443	$\begin{array}{c} -60\\ -62\\ -62\\ -62\\ -62\\ -62\\ -62\\ -62\\ -62$
TOTO	Querd	lden	33 330	133 128		1 8 8 8 9 9 9 9 9 9 8 9 8 9 8 9 8 9	
Tiono	ibende	lgen	22 960	377777		10 8 8 8 0	23
TAN	Ble	en fo	12 530	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	10000	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~	
rin 2		beid	800 174 240 12 530	3565		8643	2030
In ToS	10-2		145 800	1732 2035 22357 2347 2347 2533 2533 2533 2682 2682 2682 2682 2682 2682 2682 26	967 1053 1112 1155 1190 1215	2677 3443 3897 4357 4357 4357 5533 5533 5543	857 973 1227 1285 1360
Think	· 0/0 1		98 500	772 817 830 837 853 852 883 883 883 883 883 898 898 898	362 398 398 420 437 443 460	947 993 1022 1052 1052 1093 1112 11127 1132 1148	395 420 438 452 452 470 470 482
Fa	ng ô in		73710	500 515 525 532 533 535 535 540 540	147 157 167 175 183 183 183 193 193	578 597 610 615 632 640 643 643 643 643	152 173 185 195 195 205 205 208 210 213
	rdehnu	101	53750	335 362 337 337 339 342 342 342	37 447 550 552 572 572 572	365 377 382 388 388 388 388 388 388 388 388 388	+ 25 28 33 33 33 33 28 33 24 28 23 8 23 28 23 24 28 28 28 28 27 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28
	amtque		33 330	182 183 183 183 187 187 187 187 187	-+ 	198 203 205 207 207 207 207 207 207 205	+ 2 - 10 - 12 - 12 - 12 - 13 - 17 - 17 - 17
	Ges		22 960	115 115 115 117 117 117 117	00000000	123 127 127 127 128 128 128 130	+ + /
			12530	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	, ເຊັ້າ ເ	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	∞ ∞ ທ ທ ອ
	Be-	lastungs-	reine	н 8 6 4 20 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 2 8 4 2 2 1 1 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	1 2 2 4 2 0 2 1 1 1 2 2 2 3 2 2 1 1 1 1 2 2 2 2 1 1 1 1	1 2 6 4 7 0 7 8 0 1
TIACCAN	Ge-	messen		in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
2	Art der		Dewenrung	Diagonal- bügel aus	Eisen	Diagonal- bügel aus	o,-7cm- Eisen
	Säule Nr. 1			13	14	16	7 -

Tabelle 12 (Fortsetzung). Querdehnungen der quadratischen Säulen.

Tabelle 12 (Fortsetzung). Querdehnungen der quadratischen Säulen gemessen am Beton bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung.

0-2		145800	I	1572 2022 2210 2345 2475 2475		1475 1707 1847 1903 1987
0/0 · 1(98 500	1050 1255 1358 1398 1443	785 805 830 830 840	881 965 1005 1022 1022	788 812 823 823 833 833
δ" in		73710	593 635 660 687 687 687 695 700 710 710 718	533 545 550 553 553 553 553 553 553 553 553 55	485 547 547 562 578 578 593 602 603 603 610	548 555 567 567 567 567 567 572 572 572
hnung		53750	318 342 350 353 353 368 372 372 373 375 375 375 375 375 375	363 372 372 372 372 372 373 372 373 373 37	215 240 255 255 255 263 272 282 283 290 288 288	378 382 382 385 385 385 385 390 390
Querde		33 330	103 107 113 118 118 122 120	207 215 215 213 213 213 215 215 215	30 38 47 53 55 55 55 55	215 220 220 222 222 222 223
ernde		22 960	+ 30 33 35 37	135 138 137 137 140 138	 	145 140 142
Fed	-	12530	0 0 0 0 	67 65 67	- 12	6 8 8 6 8 8 6 8 8
)-5	in kg	145800	. 1	728 953 1143 1322 1472	1	378 498 590 675 733
0/0 • 10	g e n	98 500	312 397 443 477 510	10 32 53 63	180 228 303 315 315	+
δ' in	stun	73710	++ 322 550 560		++ 182 35 52 53 53 53 53 53 53 53 53 53 53 53 53 53	
shnung	Bela	53750			$\begin{array}{c} -52 \\ -52 \\ -47 \\ -47 \\ -40 \\ -40 \\ -42 \\$	
Querde	den	33 330			60 60 60 60 60 60 60 60 60 60	
bende	lgen	22 960			280	
Blei	en fo	12530		21 H O O	 ∞ /1 02	+11
	oei d	174 240		1		4112
10 ⁻⁵	1	145 800		2299 2975 3353 367 4178 4178		1853 2437 2437 2578 2578 2857 2857
• 0/0 U	-	98 500	1362 1652 1802 1875 1953 2002 2002	795 837 867 888 903 922	1062 1193 1273 1325 1375 1417	792 810 820 842 842
ng ô i		73710	603 657 692 712 712 712 750 768 768 777 782	490 503 512 515 515 515 518 520 525 525 532 532 532 532	483 537 573 597 618 618 645 662 662 655 662 655 657 670	512 513 513 520 522 522 522 522 522 522 518 518 518 517 517
rdehnu		53 750	288 312 325 325 333 343 343 343 343 343 343	312 318 318 318 320 320 320 317 317 317 317 317	163 193 210 220 228 228 242 242 243 243 243 243 243 243	348 350 352 352 348 348 347 347 347 347 347 347 347 347 347 347
amtque		33 330	+++++73	185 183 182 177 162 157 155 155 155		202 202 197 188 187 187 183
Ges		22 960	++++10	130 128 123 123 118 118 113 113		138 132 128 128
		12530		67 63 62 60	-17 -15 -18 20	68 67 65
Be-	lastungs-	reihe	1 2 2 2 4 2 2 2 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0	1 2 2 3 3 2 4 4 3 3 2 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	1 2 2 4 2 0 2 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	н 2 8 4 2 0 1 1 1 0 8 7 8 8 2 0 1 1 1 1
	-9D	massam	am Ende	in der Mitte	am Ende	in der Mitte
Art der	Quer-	bewehrung	Spirale aus 0,5-cm- Eisen		Spirale aus	0,7-cm- Eisen
Caula	N	.144	O N Deutscher Ausschuß für Eisenbe	ton. Heft 28.	rs N 7	24

Tabelle 12 (Fortsetzung). Querdehnungen der quadratischen Säulen.

	0
	-
	4
	ž
	5
	4
	\$
	<
	2
	-
	0
	¢
-	2
er	
11	-
äl	(
5	
-	ĉ
eı	1
4	(
S	-
t:	r
3	-
q	5
a	1
nt	11
0	(
H	1
de	(
-	7
u	-
5	
F	
2	-
L	-
e	
p	à
eı	-
2	-
0	8
	0
~	0
IB	*
Il	0
Cl	-
S	\$
	2
I	
lle	-
0e	.0
al	+
H	+
	-
	hai
	ind a
	ind no
	ind note
	Doton hoi

ng			
stu			
as			
lec			
SS			
G			-
ufa			3
AI			
00			
k			
90			
20			_
4			
au	I		
-			
te	İ		
as			
ntl			
E			
R			
ter			1
01			
rh			2
de			
ie			
A			
pt			
ur			-
60			
n			
er			
eig			
ste			-
ast			
L			
4			
ise			
ve			9
NU			
Ife			
stu			
be			
-			-
toi			
Be			
-			
an			
1			
ser			
Sa			-
H			
6 e			

Tabelle 13. Vergleich der Querdehnungen des Betons in der Mitte und am Ende der Säulen. T. T. 1. IT F .. .

1	1	1	<u>8</u>	1 00 1	1000	001	1 00/1	1017	01-1	10	N 1	CI 00
	9-0		14580	345:1390	184	151	346 125	176	294	247.	198	101.
ch (s. 1ab. 12).	ende Querdehnung ϑ' in ${}^0/_0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Querdehnung ϑ'' in ${}^0/_0 \cdot 10^{-5}$	lastungen in kg	98 500	987 632	742. 907	795 590	1062 475	723 403	877 458	840 1443	⁸³³ 1060	825 463
			737IO	643 333	488 513	547 285	655 223	472 197	547 257	563 718	572 610	568 297
			53750	432 113	317 245	378 57	407 65	318	345 102	373 382	390 288	383 180
			33 330	235	172	218	235	172 23	183 33	215 120	223	223
			22 960	157	- 32	160 13	-35	110	23	137	142	32
			12 530	-5	- 28	67 8	- 27	53 12	55 18	67	-10 -	70
			45 800	2553	880	625 923	282 -	990 255	370 318	1472	733	780 522
			38 500 I	333 :145	835	82 110	-122	175	255 12	63 510	315	258 125
			3 710 9	173	27 333	-47	- 27	68	98 -47	-32 58	-53 60	128 65
ntlaste		a Be	3750 7	105	$^{-2}_{133}$	-130	- 55 -	-20	-62	-57 -35	- 50 -	65
nd Fu		olgender	3 330 5	- 73 -	-20 -42	- 52 - 73	- 62 -	-20 -	- 48 -	- 60 -	- 37 - 60 -	30
be- u			2 960 3	- 42	- 18 - 28	-35	- 47 -	-17 -	- 25 -	-22 -30 -	- 28 -	-13
Item	:samt-Querdehnung ϑ in ${}^{0}/_{0} \cdot 10^{-5}$ Bleib	den	2 530 2	- 18 -	- 2 -	- 15 - 8 -	-22 -20 -	75	-13	- 10 -	1 00 19	- 00.
erno		bei d	800 I	270 -	558 -	518 -	598 -	215	360		357 -	382
wied			00 145	85 25	30 28 75 35	30 (2	55 10	00 28	32 55	22 41	17 28	93 23
ach			985	134	171	7:2	30	96	48	200	84	100
u gu			73710	825 340	517 855	550 252	630 62	540 198	648 213	532 782	(517 678	703 362
acntu			53 750	537 40	$(313 \\ 385 \\ 385$	345 78	352 73	342 57	388 42	(317) (345)	338 250	452 185
BeoD			33 330	-62	150	165 67	-115	187	205	152	- 7	253 50
etzte			22 960	182 - 52	-62	98 -37	$-\frac{97}{92}$	117	130	113	32	160 8
T	Ge		12 530	32	38-38	48	45	5.00	58	-10	65 - 20	78
	r elle			Titte Inde	Titte Onde	Litte inde	fitte Inde	litte	fitte	fitte	litte	fitte .
	Lag der Meßst			i. d. N am E	i. d. N am E	i. d. N am E	i. d. N am E	i. d. N am E	i, d. M am E	i. d. M am E	i. d. N am E	i. d. N am E
	bewehrung	Eisen- stärke cm		0,5	2.0	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5	0,7	1
~		-		ißte -		akte ge		nal-		le		ehrt
-	Quer	Ar		Ge schwe Ring		umgeh Rinş		Diago büg		Spire		unbew
		Säule Nr.	1 10	17 11	4 v	1~30	10	13	16 17	21 20	24 23	25 26

7*

Tabelle 13. Vergleich der Querdehnungen des Betons in der Mitte und am Ende.

Tabelle 14. Längenänderungen der Längseisen bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Geschweißte Ringe aus 5 mm-Eisen.

	0		163 870	11920		. 1	ï	
10	01 - 0/0	astungen in kg	145 800	9280 9490 9530 9687 9767 9877 9877 9933 10037	9720 10310 10733 10733 10963	10477 11090 11647 11843 11903	9790 10327 10600 10747 10797	
	d _e in		98 500	6387 6347 6300 6300 6300 6290	5843 5983 6067 6123 6123 6183 6203 6203 6203 6203 6207	6453 6537 6657 6720 6720 6767	6093 6137 6213 6223 6283 6283	
	1		73710	4897 4887 4887 4880 4850 4853 4837	4170 4277 4277 4293 4320 4327 4360 4343 4360 4360	4507 4603 4640 4650 4687 4720 4720 4720 4747 4747 4743	4540 4537 4537 4547 4520 4510 4537 4533 4533 4533 4533	
$\log n = \delta_{e}^{'}$ in $\theta_{0}^{'}$, 10 ⁻⁵ Federnde Verkürzur	rkurzui		53750	3650 3650 3650 3653 3637 3633 3633 3653 3607 3607 3607 3607	2950 2977 2977 2990 3010 3013 3017 3017 3017 3017 3017	3180 3240 3250 3257 3267 3267 3267	3473 3413 3373 3373 3373 3327 3327 3323	
	de ve		33 330	22560 22250 22250 22250 22250 22243 2222422222222	1710 1723 1750 1750 1740 1740 1743 1743	1937 1947 1947 1947 1957 1957	1693 1533 1443 2203 2200 2187 2187	
	edern		22 960	1500	11103 11117 11117 11117 11117 11117 11117	1280 1290 1287 1280	1573 1540 1077 1077	
	-		12530	3 757 740 733 750 750	513 527 527 523 523	617 617 620 620	767 770 757 757	
	0		163870	-169	- 1	1		
	_01 • 0/0		145800		1727 2003 2180 2317 2317	2643 3597 4040 4543 5117 5117		
	- de in		98 500	- 860 - 970 - 1037 - 1037 - 1037	780 853 907 947 953 953 953 953 953 1000 1038 1038	660 777 797 840 863		
	- uagur	n Be	73710		470 520 557 557 557 583 583 600 617	420 437 460 477 477 477 487 500 507 507 523 527	67c 67c 67c 67c 67c 67c 67c 67c	
	erkürzı	den folgende	53750		260 280 307 313 313 330 343 343 350 367	283 297 313 313 323 323	-567 -667 -667 -667	
	ende V		33 330		137 147 163 153 153 170 170 170 177	163 167 177 177 183 183 183	-300 -360 -360 -390 -410 -430 -450 -450	
	Bleibe		22 960		87 90 93 100 107 107	107 113 123 133		
		bei	12 530		40 50 60	53 57 57		
. IO 5	2		163 870	10227	1		along - I	
	01.0		145 800	7653 7790 7837 7973 8063 8063 8157 8310 8310 8370 8370	11447 12313 12913 13280 13653	13120 14687 15687 15687 15387 17633 17653	9203 9803 10070 10270 10403 10537	
	in 0/		98 500	5527 5750 5417 5417 5253 5253 5253	6623 6837 6973 6973 6973 7070 7137 7133 7237 7237 7237 7237 7237 7237	7113 7307 7453 7560 77500 77630 7700	5287 5343 5343 5447 5447 5467	
Gesamtverkürzung $-\delta_{i}$	0 -		73 7 IO	4313 4247 4247 4153 4153 4140 4123 4437	4640 4750 4803 4877 4877 4913 4943 4943 4977 4977 5003 5003	4927 5040 5100 5163 5163 5207 5220 5220 5223 5253 5283 5283 5283 5283	3870 3833 3833 3833 3737 3737 3737 3737	
	cürzun		53750	3337 3285 3287 3180 3163 3147 3153 3147 3133 3147 3153 3153 3153 3057 3053 3057 3057	3210 3257 3297 3323 3333 3343 3343 3343 3377 3377 337	3460 3523 3547 3563 3563 3590 3590 3590	2967 2847 2773 2723 2677 2657 2657 2617	
	mtverk		33 330	2090 2040 2020 1990 1970 1963	1847 1870 1903 1903 1910 1920 1920 1923 1933	2100 2120 2123 2123 2140 2140 2140 2140	1993 1893 1833 1793 1770 1770 1727	
	Gesa		22 960	1437 1417 1403 1397	1190 1207 1207 1217 1223 1223 1223 1223	1387 1403 1410 1413 1423	1413 1350 1327 1327 1300 1283	
			12 530	737 730 723 730 737	553 577 583 583 583	647 670 677 680 680	727 703 687 673 673	
	Belas-	tungs-	reihe	H 4 10 4 10 0 0 0 1 1	H 11 10 7 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	- 0 0 4 5 9 7 8 6 0 1 1	H 4 10 4 10 0 10 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	
	Ge-		IIICescii	am Ende	in der Mitte	in der Mitte	am Ende	
1	Säule Nr.		.INI.	I	63		'n	

100

Tabelle 14. Längenänderungen der Längseisen.
Tabelle 15. Längenänderungen der Längseisen bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

				Antar	Igsbe	lastur	18.	Art de	r Vue	LDCWC	Sumu	5.112	CSCIIW	T DIFTO	vinge a	m / en	1 - 1)CII.					1
	Be-		Gresar	ntverk	ürzung	$-\delta_e$	in 0/0	· 10-5	_	B	leibend	e Verk	ürzung	$-\delta_{e}i$	01 · 0/0 u	-5	Fed	ernde	Verkür	- Bunz	$-\delta_{e}$ i	. 0/0 u	g_01
Ge-	lastungs-				1				be	i den	folg	ende	n Bel	astur	ngen i	n kg		1121			1.11		
102201	" reihe	12530	22960	33330	53750	73710	98 500 1	145 800 I	74240 I	2 530 2	2 960	33 330	53 750	73710	98 500	145 800	12530	22960	33 330	53750	73710	98 500	145 800
am End	ним4ию <i>р</i> 800	777 757 753 753 757 740	1410 1370 1353 1347	2057 2017 1980 1970 1953	3353 3280 3280 3233 3213 3177 3177	4493 4383 4300 4267 4207 4207	5710 5523 5457 5350 5350 5263 5220 5140	7987 8243 8307 8353 8497 8697 8697 8697 8697	11223	- 80 - 70 - 83 - 83	- 187 - 213 - 213 - 220 - 220	- 293 - 340 - 357 - 363					857 827 833 840	1597 1583 1573	2350 2357 2337 23337 2333	3860 3850 3830 3843 3843	5320 5280 5237 5247	6973 6913 6913 6927 6873 6843 6843 6843 6833	10073 10400 10500 10587 10587 10587 10587 109727 10913
n de Mitt	H 0 0 4 0 0 1 1	973 973 970 970	1813 1817 1817 1823 1827 1820 1813 1810 1807	2660 2680 2673 2673 2677 2667 2673 2673 2673	44497 4540 4540 4573 4573 4573 4573 4573 4573 4573 4510 4613 4613 4613	6470 6600 6700 6763 6847 6847 6873 6823 6923 6980 7003 7003	9723 9923 10157 10257 10257 10253 10253 10530 10553 10553 10553 10553	17863 19463 20163 20163 20130 21130		33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33	57 73 80 80 83 83	123 137 137 147 147 143 153 153	293 313 320 337 337 337 343 347 350 347 357	503 567 567 623 687 687 697 713 7713	1047 1140 1193 1230 1277 1287 1287 1287 1307 1307 1323	3863 4267 4847 5120	953 940 953 937	1757 1743 1743 1747 1733 1733 1733 1733	2537 2543 2543 2543 2543 2543 2527 2527 2527 2520 2520	4127 4183 4220 4220 4230 4237 4230 4237 4230 4260 4267 4257	5967 6033 6077 6130 6187 6227 6227 6227 6227	8677 8783 8963 9027 9210 9247 9247 9277	14000 15197 15350 15510
Mitt	e H 1 0 0 4 70 0 7 4 30 2 1	587 600 600 607 610 620 620	1257 1270 1273 1283 1280	1930 1967 1997 2003 2010	3353 3477 3497 3510 3550 3550 3550 3550 3550	4927 5020 5093 5140 5140 5140 5247 5247 5247 5247 5247 5247 5223 5293 5293	7067 7257 7340 7437 7517 7577	12393: 13293 13860 14760 15093 15093	200600	553 577 577	100 103 103	160 173 170 180 183	280 307 323 323 343 343 343 343 357	487 517 537 537 533 553 553 553 553 553 553 55	777 817 870 933 933	1987 2387 2623 2523 3177 3177	553 560 553 553 553 563 563	1157 1170 1170 1180	1770 1793 1820 1817 1820	3073 3127 3153 3153 3167 3167 3167 3193 3193	4440 4503 4503 4557 4590 4610 4610 4643 4657 4657 4657 4657	6290 6440 6530 6533 6583	10407 11237 11267 11583 11583
am End	e 1 1 0 0 4 2 0 7 2 0 1 1 1 1 0 0 8 7 0 0 2 4 3 1 0 1	677 663 663 663 663 663	1380 1353 1353 1320 1310 1297	2003 1977 1953 1953 1927 1910 1893	3180 3097 3050 3017 2990 2973 2943 2943 2943 2920	4167 4097 4063 4027 4003 3973 3973 3970 3940 3940 3940 3920 3910	5283 5380 5320 5320 5283 5283	8497 8717 8860 8953 9090 9130	11130	- 17 - 17 - 17 - 17 - 17 - 13 - 13 - 13	- 47 - 80 - 90 - 103 - 103	- 137 - 163 - 203 - 217 - 223			- 847 - 903 - 940 - 967 - 973	- 1023 - 1013 - 1013 - 1020 - 1003 - 1003	680 670 677 677 677	1427 1433 1410 1413	2140 2157 2157 2143 2133	3520 3593 3490 3487 3487 3487 3487 3467 3467	4750 4737 4737 4737 4737 4723 4723 4723 4727 4727	6253 6283 6267 6267 6273	9520 9730 9947 10093

Tabelle 15. Längenänderungen der Längseisen.

kg	
0603	
auf 2	
Entlasten	
wiederholtem	Tisen Fisen
pun	inge s
aststeigerung	. umachatte R
stufenweiser I	Unerhewehrungen
bei	der (
ängseisen	Art Art
der L	101001
Längenänderungen	Anfancel
16.	
Tabelle	

102

-	änle Ge-	Nr messen	111000111 .I.I.	7 am Ende	8 Mitte	in der Mitte	9 am Ende
	Be-	lastungs-	reihe	19845978860	H 8 6 4 19 9 10 8 6 0 1	H 4 10 4 10 0 10 0 1 1	H 19 10 4 10 10 10 0
			12 530	667 663 653 653 653	520 533 544	787 787 790 790	687 637 633 623
	Gesam		22 960	1340 1307 1303 1287 1427) 1280 1263	1107 11129 11137 11149 11153 11158 11158 11158	1660 1697 1690 1690	1313 1287 1287 1273 1260 1247 1243
Ania	tverkü		33 330	1960 1953 1953 1933 1923 1907 1907 1907 1897 1887	1730 1757 1757 1767 1780 1782 1804	25513 25573 25590 2590	1937 1907 1890 1890 1880 1867
ugspe	rzung -		53750	3257 3203 3160 3147 3107 3093 3093	2983 2050 33055 33127 31127 31149 31162 31162 31189 31189 31189 31189 31189 31189	1477 1477 1457 14457 14457 14477	3100 3033 2083 2957 2923 2903
lastu	$-\delta_e$ i		73710 9	4393 4343 4293 4287 4287 4287 4243 4213 4213	4398 4553 4555 4555 4664 4635 4702 47724 47724 47724 47740 47740	6100 6237 6327 6377 6437 64477 5523 5567 5567 5567 5567	33993 33917 33867 33867 33867 33867 33790 3783 3783
-sui	. º/0 u		98 500	5803 5757 5757 5703 5707 5707 5707 5707 57	6373 6552 6620 6750 6802 6802	8660 1 8903 1 9113 1 9203 1 9337 1 9330 9337	5063 5030 5027 5007 4957 4957 4957
AIL	2-01	100	145 800 I	9067 I 9330 9320 9453 9453 9487 9687 9687 9687	1025 1650 2049 2365 2365 2759	5497 6663 7563 8203 8893 9357	7667 7767 7870 8007 8047 8047
2 -		bei	74 240 3	1787	1	1	9667
nerne	H	den	12 530	- 13 - 17 - 10 - 13	14 20 19	20 17 20	- 73 - 73 - 73
ventur	leiben	folg	22960		57 68 69 85 84 87 94	833 833 80 80	- 120 - 153 - 163 - 180 - 183
ingell :	de Ver	ende	33330		113 117 120 127 127 125	100 127 130 143 143	
ninge	kürzung	n Be	53750		212 220 247 264 264 277 280 283 290 290	277 320 330 337 340	
JANC	- de	lastu	73710		400 437 450 460 477 495 535 535 535 535	480 537 537 537 537 537 537 627 643 643 683 683	
Sunge	in ⁰ / ₀ · 1	ngen	98 500		720 710 774 815 815	917 977 1030 1130 1130 1093	
T-C enp	g01	in kg	14580		2050	239 325 377 3777	8 - 81 - 81 - 81 - 81 - 81 - 81 - 81 - 8
1	Fe		0 I253	0 680 680 670 670	515	767 767	707 707 00
SCII.	dernde		0 22 960	1380 1367 1367 1383 1370 1400 1373	1050 1067 1072 1072 1072 1072 1072 1072	1577 1587 1600 1600 1610	1433 1440 1437 1437 1440 1430
	Verkü		33 330	2060 2070 2073 2073 2073 2073 2063 2063	1617 1640 1647 1654 1657 1659	2413 2430 2443 2447 2447 2447	2143 2143 2143 2147 2147 2147
	gunzn	1940	53750	3440 3410 3410 3410 3440 3400	2772 2820 2849 2864 2875 2875 2875 2872 2897 2897 2897 2897 2897 2897 2897	3993 4057 4120 4120 4120	3470 3440 3413 3413 3410 3393 3393
	-de i		73710	4700 4653 4653 4700 4663 4663 4657	3999 4077 4118 4142 4167 4178 4158 4108 4108 4108 4205 4205 4205	5620 5713 5790 5803 5803 5803 5803 5803 5883 5893 5893 5893 5863	4550 4520 4520 4520 4503 4520 4490 4477 4477 4463
	• 0/0 u		98 500	6220 6210 6210 6203 6203 6203 6223 6223	5653 5852 5847 5935 5935 5935	7743 7927 7750 8130 8167 8243 8243	5767 5783 5780 5780 5780 5780 5780
	q_01		I45800	9557 9707 9813 9920 9953 9953 9953 9957 10007 10133	9419 9913 10134 10358 10550	13103 13733 14297 14580 15117 15117	8480 8580 8693 8743 8847 8847

Längenänderungen der Längseisen.

Tabelle 17. Längenänderungen der Längseisen bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: umgehakte Ringe aus 7-mm-Eisen.

	$\log - \delta_e^{'}$		50 73710	17 5247 50 5137 73 5097 53 5047 5013 4970 4957	00 4474 00 4530 05 4600 06 4670 07 4670 08 4670 09 4670 13 4649 13 4679 14 4658 15 4679 15 4679 16 4658	0 5340 57 5440 57 5480 57 5530 57 5530 57 5530 57 5530 57 5523 5627 5627 5623 5623 55 5633 5633 5633	7 4867 00 4867 07 4867 07 4867 07 4867 13 4840 1887 13 4840 1887 13 4840 1885 13 4853 13 4847 18853 13 4847 18853 13 4847 18853 18953 189555 189555 189555 189555 189555 189555 189555 189555 1895555 1895555 1895555 189555555 1895555555555
	rkürzur		330 537.	40 401 20 395 40 387 13 386	30 313 35 316 55 318 55 318 55 318 321 321 321 321 322	67 372 378 378 378 378 388 388 388 388	80 357 357 357 357 357 3557 3557 3557 3557 3557 3557 3557 3557 3557 3557 3557 3551 3551 3551 3551 3551 3551 3551 3551 3551 3551 3551 35577 35577 3557 3557 3557 3557 3557 3557
	de Ve		60 33:	97 24 90 24 37 24 73 24	08 18 09 18 00 18 03 18 18 03 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18 18	23 22 23 br>23 22 23 23 22 23 23 23 23 23 23 23 23 23 23 23 23 2	21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21
	edern		30 229	0 150 7 156 157	9 120 7 119 2 120 120 121 121	151 151 153 151 153	148 148 148 148 148 148 148
	H		125	33 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75 75	572	71 74 74	33 70 71
-	90	n kg	145800		1519 1672 1755 1894 1890	1503 22000 2337 2447 2503 2503	940
D	n 0/0 I	ngen	98 500	$\begin{array}{c} -1003 \\ -1010 \\ -1010 \\ -1027 \\ -1020 \\ -1153 \\ -1150 \\ -1177 \\ -1177 \\ -1200 \end{array}$	754 819 849 887 903	773 830 950 923	
	$-\delta'_{e}$ i	lastu	73710		475 514 527 533 542 554 580 600 610 610	427 443 460 446 490 533 547 563 583	
0	kürzung	en Be	53750	- 373 - 477 510 560	270 294 312 3324 337 339 357 357 359	213 240 263 273 277 277 297 297 297 297 283 283 313	
D	nde Ver	gend	33 330		150 157 157	80 83 90 1120 1127 1117	
	Bleiber	en fol	22 960		77 883 95 99	40 53 63 67	
	I	d d	12 530		28 35 35 35	L1 L1 L1	63
		p q	174 240	1	17713	21637	11607
	· 10-5		I45800	8157 8540 8667 8793	11964 12597 13097 13097 13397 13380	14237 15270 15967 15967 16370 16667 16910	8640 8940 9230 9363 9483 9483 9570
D	in $0/0$		710 98 500	5657 5593 5613 5613 5613 5490 5417 5403 5403 5403 5340 5313 5340	7064 7244 7347 7444 7579 7579	8293 8577 8697 8840 8880 8880 8953	5613 5607 5577 5583 5537 55337
	$\zeta = \delta_e$		73710	4583 4390 4307 4307 4223 4157 4110 4110 4110 4110	4949 5043 5142 5142 5142 5142 5142 5142 5142 5123 5283 5283 5283 5285 5285 5285 5285 5305 5305	5767 5883 5997 5997 6013 6103 6103 6123 6123 6123 6123 6123 6123	4267 4190 4197 41137 41137 41137 41137 41137 41103 41103 41103 41103 41103 41107 41097
D	ürzung		53750	3643 3473 3363 3363 3363 3303 3257	3400 3452 3497 3523 3550 3550 3550 3550 3550 3550 3550	3933 4017 4050 4050 4113 4117 4117 41170 41170 41177 4167 41167 41167	3187 3077 3077 3077 3077 3077 3077 3077 30
	mtverk		33 330	2307 2240 2240 2177 2177 2150	1970 1995 2012 2020 2022 2022	2347 2353 2397 2397 2397 2403 2403 2403 2403 2400 2400 2400	1933 1880 1880 1857 1857 1837 1837 1833 1807 1807
-	Gresa		22 960	1540 1507 1500 1487 1473 1470	1285 1280 1288 1302 1302 1313 1318 1318	1543 1567 1567 1590 1590 1600	1327 1273 1257 1257 1230 1220
			12 530	757 737 733 733 733 733	587 610 607 613	750 767 767	667 653 637 633
	Be-	lastungs-	reihe	H 01 07 4 10 0 10 0	H & & 4 200 108 0 0 1 1	H 4 10 4 10 0 10 0 0 1 1	H 5 8 4 10 0 1 8 6 0 1 1
	č	Ure- messen	THACCOUNT	am Ende	in der Mitte	in der Mitte	am Ende
	-	Nr		10	I		N

Tabelle 17. Längenänderungen der Längseisen.

kg	
2090	
auf	
Entlasten	
wiederholtem	5 -mm-Eisen.
pun	l aus
Laststeigerung	en : Diagonalbüge
stufenweiser	Querbewehrung
bei	der
Längseisen	stung. Art
der	bela
Längenänderungen	Anfangs
18.	
Tabelle	

lastungs-	reihe	e 1109870543321	e e 7 6 5 5 4 3 3 2 1 10 0 0 1 10 0 0 1 10 0 0 0 1 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0		
	-				HN M THOU MM
	12530	557 530 530 530 530 533 530 517 517	614 630 637 645 645 645	563 577 580 580	650 633 630 630 630
	22 960	11113 1073 1063 1053 1043 1043 1043 1043	1300 1325 1337 1337 1337 1365 1365 1368	1163 1177 1187 1187 1193 1200 1200	1320 1283 1283 1270 1267 1263 1253
00.03	33 330	1673 1660 1637 1627 1627 1627 1607 1607	2015 2055 2090 2094 2094 2107 2119 2120 2230	1857 1873 1873 1913 1913 1930 1937 1940	2017 1947 1933 1933 1907 1907 1897 1887
1000	53750	27777 2707 2683 2667 2667 2667 2667 2657 2657 2657 2657	3528 3669 3699 3704 3774 3775 3774 3774 3774 3805 3805	3370 3487 3487 3513 3513 3513 3513 3550 3550 3550 3550	3220 3127 3080 3080 3003 2983 2983 2967 2957
105	73710	3737 3707 3707 3707 3707 3707 3667 3667	5212 5352 5432 5490 5540 5564 5642 5642 5649 5649	5063 5163 5257 5310 5343 5343 5343 5373 5443 5443 5443 5443	4137 4137 4107 4107 4033 4003 3990 3990 3950
10.10	98 500	4950 4940 4940 4867 4867 4867 4867 4867 4867 4867 4867	7635 7924 8083 8190 8379 8372	7360 7603 7787 7903 7977 8037 8037	5427 5353 5327 5327 5293 5293 5207
	145 800	8070 9003 9870 9770 9770 10203 10370 10437 10570 10637	14344 15577 16577 16343 16860 17310 17310	13300 14300 15200 15200 15767 15767	8003 8403 8637 8803 8983 9070
b e	174 240	12803	-	1	1
ei de	12530		40 54 54		
n fol	22 960		100 112 115 115 120 132 134	71	- 177 - 203 - 213 - 213 - 223 - 223
gend	33330		185 202 209 227 217 235 235 227	+ 23 33 57 60 60	
en Be	53750	-277 -313 -379 -387 -393 -397 -397 -397	375 399 450 455 565 579 579 582	160 183 203 213 203 220 220 220 237 247	
last	73710	-42	610 667 700 734 779 779 804	370 440 457 457 457 480 483 497 507 507	- 79 - 86 - 92 - 92 - 96 - 96 - 96 - 101 - 101
ıngen	98 500	800	1040 1157 1195 1232 1275	707 793 850 920	7
in kg	14580	7 180 337 577 577 577 577 577 577 575 813 813 813 967	2673 3210 3768 3768	21962 221962 2440 2440	$\begin{array}{c} 3 \\ 7 \\ -196 \\ 0 \\ -196$
	0 1253	583 573 573 573 573 573 573 573 573 573 57	574	582 5873	723
	0 22960	1217 1183 1190 1220 1220	1200 1214 1222 1217 1219 1248 1248	1193 1193 1197 1200 1207	1497 1487 1483 1490 1487
1919	33 330	1840 1850 1853 1853 1873 1873 1873	1830 1853 1932 1867 1867 1890 1884 1894	1833 1840 1850 1857 1877 1877	2257 2257 2257 2257 22557 22553 2270 2270
	53750	3053 3077 3077 3067 3063 3063	3153 32560 32560 3275 3253 3258 32258 32258 32258 32250 32292 32300 33300	3210 3257 3257 3257 3283 3283 3340 3340 3340 3357 3350 3350 3350 3350	3720 3690 3663 3663 3663 3663 3653 3653 3653
22.5	73710	4163 4157 4157 4157 4143 4127 4113 4113 4080	4652 4685 4732 4782 4782 4782 4809 4815 4815 4867 4845 4845	47693 47693 4853 4883 4883 4923 4923 4947 4947	5017 5997 4993 4990 4997 4987 5003 5003
	98 500	5257 5153 5043 4953 4953 4953 4790 47767 4767 47767 47743	6595 6767 6889 6968 7004	6653 6843 6937 7007 7057 7057	6630 6660 6663 6663 6663
	I45800	7890 9440 9193 9290 9450 9450 9557 9513 9503	11672 12367 12812 13192 13542	11333 12120 12907 12907 12907 13160	9860 10307 10587 10707 10890
	bei den folgenden Belastungen in kg	12530 22960 33330 53750 73710 98500 174240 12530 22960 33330 53750 73710 98500 145800 174240 12530 22960 23950 145800	$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$	bei den folgenden Belaktungen in kg133033703770377037703770377037573777375739504458014580145803757375739504458053010631057267735074450-440-113337563118315373950445803955530106310572667360748779970-663-167-740-877-740-8775771277120741733653395044580353395044580353395044580353395044580395744733653677447336536774473365367744733653677447336533950445803533950445803533950445804573956445804573956367744733653957447336536774473365367744734474761477477477477477477	bit den folgenden Belastungen in kg bit den folgenden Belastungen in kg 533 1013 1003 277 373 4950 0003 1260 133 - 100 - 110 - 113 1310 157 1317 4950 353 373 456 3137 6450 533 1013 1003 277 373 4950 0003 1260 - 137 - 477 - 177 - 477 - 107 - 137 - 440 158 113 159 353 974 156 935 530 103 1057 267 373 450 0703 -30 - 100 - 170 - 777 - 477 - 477 - 793 150 155 300 1453 379 941 530 1033 1057 263 373 450 057 1317 - 477 - 790 - 430 - 140 - 133 157 573 190 253 971 1457 943 943 943 530 1033 1057 263 373 450 0573 1000 243 130 - 440 - 140 - 133 157 573 130 945 150 945 530 1053 277 374 450 057 157 - 477 - 77 150 - 450 150 - 450 150 - 450 150 955 530 1667 167 150 - 450 151 - 753 110 160 151 110 - 171 - 75 151 110 - 171 - 75 530 1667 167 530 167 151 110 - 171 - 75 151 110 - 171 - 75 530 1531 757 531 150 753 150 753 151 127 77 151 127 77 </td

104

Tabelle 18. Längenänderungen der Längseisen.

00	
k	
90	
20	
If	
au	
п	
ste	
as	
nti	
E	
В	
ter	n.
01	ise
rh	E-H
de	m
ie	-11-
M	5
p	sm
un	1 3
bo	ge
In	bü
IL	al
20	10
tei	13.0
ts	9
as	
Н	rer
er	3UI
ise	hru
ve	Ne
'n	Der
Ife	er
stu	nO
	-
be	de
-	t
se	A
sei	
18°S	JQ.
än	IL
L	ast
er	ela
p	sb
U	DD
ge	fa
un	In
er	-
pr	
äı	
en	
ng	
La:	
T	
.6	
I	
lle	
bel	
La	
*	

-	10-2	123	145800	11440 11903 12057 12173 12250 12280 12427	12750 13663 14313 14657	T	1
	• 0/0 u	10.00	98 500	7497 7577 7577 7570 7570 7610 7617 7617 7637 7637 7637	7320 7543 7663 7743 7790 7880	8543 8730 8927 8993 9093	7603 7727 7770 7830 7830
	$-\delta_{e}^{''}$ i		73710	5653 5670 5707 5740 5707 5693 5693 5693 5703 5703 5703	5080 5167 5270 5307 5320 5320 53370 53370 53370 53370 53377 53377	6017 6147 6220 6220 6233 6333 6333 6333 6377 6400	5770 5753 5753 5753 5753 5723 5683 5683 5683 5683 5683 5683
	- Bunz		53750	4150 4127 4117 4110 4107 4107 4107 4107 4093	3500 3563 3613 3617 3620 3637 3657 3657	4247 4320 4353 4360 4383 4383 4383 4383 4403 4440 4440 444	4477 4423 44403 44403 4337 4337 4337 43300 4300 4
	Verkür		33 330	2563 2540 2530 2510 2517 2503 2503 2503 2507 2507 2507 2497 2507 2497	2010 2033 2057 2067 2067 2063 2063 2060	2550 2597 2610 2630 2630 2640 2640	2910 2900 2880 2870 2867 2867 2863
	ernde	1128	22 960	1830 1770 1773 1773 1773 1753 1753	1277 1300 1313	1670 1710 1717 1727 1727	2000 1973 1993 1967 1983
	Fed		I2 530	987 970 947 943 923	597 607 607	757 777 780 780 787 787	950 960 963 963
	5-0	in kg	145 800		2750 3103 3353 3610	1	I
-	n 0/0 · 10	ngen	98 500		980 1053 1100 1120 1177 1190	1290 1380 1420 1450 1460	
-	$i - \delta'_{e} i$	elastu	73710	$\begin{array}{c} -633 \\ -647 \\ -647 \\ -687 \\ -703 \\ -703 \\ -723 \\ -723 \\ -747 \\ -747 \\ -747 \\ \end{array}$	577 640 663 677 697 703 717 707 707 737	820 863 910 943 973 980 990 1020 1020	
	rkürzung	len Be	53750		323 350 357 357 377 397 410 417 417 427	557 583 607 630 643 653 653 653 663	
>	ende Ve	lgend	33 330	$\begin{array}{c} -320 \\ -3600 \\ -3600 \\ -400 \\ -407 \\ -420 \\ -453 \\ -453 \\ -457 \\ -457 \\ -450 \\ -457 \\ -450 \\ $	150 173 167 167 180 183 193 193	333 350 367 380 387 387 387	
	Bleibe	en fo	22 960		97 97	187 210 217 217 217	
,		ei d	12530		23 33 37 37	47 57 67 77	
		p	174 240	14570			1
•	· 10-1		145 800	111157 11670 11803 11937 11937 12030 12237 12237 12237	15500 16767 17667 18267 18667	1	1
	in $0/0$	1.010	98 500	6810 6873 6873 6873 6873 6873 6873 6913 6920 6920 6937 6930	8300 8597 8763 8763 8863 8967 9070 9140	9833 10110 10347 10420 10420 10553 10657	6167 6233 6267 6277 6277 6290 6337
	$-\delta_e$	1 180	73710	5020 5023 5023 5003 4997 4987 4963 4963 4953 4953	5657 5807 5807 5933 5933 5933 6017 6053 6123 6123 6123 6123	6837 7010 7193 7193 7270 7310 7343 7363 7363 7363 7363 7363 7363 7363	4750 4667 4667 4667 4560 4530 44530 4487 4487 4487 44430 44430 44410
)	ürzung		53750	3663 3590 3590 3593 3593 3593 3457 3440 3427 3413 3413 3413 3413 3410	3823 3913 3913 3980 3997 4013 4013 4013 4043 4043 4070 4083	4803 4903 4900 4990 5037 5037 5037 5033 5093 5093 5093 5093 5093 5093	3927 3800 3723 3647 3647 3647 3603 3557 3557 3557 3557 35500 35500 35700
	mtverk	1140	33 330	2243 2180 2130 2103 2103 22053 22053 22053 22053 22053 22050 22057 22057 22057 22057 22057	2160 2207 2223 2223 22247 22257 22557 22557 22557 22250 22280	2883 2947 2973 2973 2997 3010 3020 3027 3023 3023	2710 2650 2650 2583 2583 2583 2583 2583 2553 2553 2553
	Gesa		22 960	1670 1587 1537 1537 1510 1483 1460 1437	1367 1397 1410 1410	1857 1920 1917 1933 1943 1943	1917 1867 1847 1830 1830 1823 1810
			12 530	957 920 893 860 847 847	620 633 640 643 653	803 847 850 850 863 863 873	937 940 937 933 940 937
	Be-	lastungs-	reihe	1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1	н 6 64 20 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	- 0 8 4 10 0 0 8 0 1	H 0 0 4 10 0 10 0 0
		uessen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte	am Ende
	1	Nr		16	17	×	2

Tabelle 19. Längenänderungen der Längseisen.

Tabelle 20. Längenänderungen der Längseisen bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Spirale aus 5-mm-Eisen.

	e_01		145800	9133 11440 11863 12007	8643 9003 9147 9283 9283		10362 11332 11652 11552 11382 12107
10	· 0/0 u		98 500	6810 6930 6983 7057 7067	5750 5763 5767 5767 5730 5730	7278 7554 7714 7760 7827 7827	6367 6410 6454 6482 6489 6489
	- de il		73710	5097 5133 5133 5193 52193 5220 52270 52270 52270 52270 52270 52270 52270	4570 4523 4493 4493 4480 4430 4443 4410 4411 4411 4411 4400 4390	5182 5250 5250 5339 5372 5372 5377 5410 5410 5410 5430 5430	4810 4799 4799 4807 4800 4775 4775 4775 4775 4775
	- Sunz		53750	3603 3697 3597 3720 3720 3770 3773 3777 3773 3773 377	3573 3520 3467 3470 3470 3470 3470 3470 3407 3407 3423 3423 3410	3582 3657 3655 3655 3657 3677 3577 3577 3577	3735 3657 3658 36387 3595 3595 3575 3575 3575 3575 3575 3552
	Verkür		33 330	2217 2153 2153 2237 2247 22253 2253	2293 2293 2267 2267 2257 2257	2087 2099 2119 2129 2135 2130	2289 2275 2277 2277 2230 22269 22269
	ernde		22 960	1440 1560 1460 1490 1490 1490 1490	1673 1647 1590 1583 1587 1573 1560	1362 1379 1377 1382 1383 1383	1528 1505 1497 1500 1522 1515
-	Fed		12530	743 750 757	910 897 897	644 649 655 654	750 719 724 724
		a kg	145800	1433 1673 1743 1743 1963		I and a	
2	c_01 · 0	ngen i	98 500	557 593 663 677 707	- 1013 - 1057 - 1073 - 1103 - 1110	985 1049 1060 1082 1107	- 962 - 992 - 1000 - 1020 - 1027
	$- \sigma_e in^0/$	elastur	73710	257 257 333 353 353 353 353 353 353 353 353 3	820 870 877 877 877 877 913 947 947 947 973 980	549 579 615 642 643 645 645 685 685 695 719	
	urzung	den B	53750	+ 87 117 117 130 130 140 140 140 140 157		299 325 375 375 375 395 402 413 413	
	ide Verk	folgen	33 330			142 157 165 170 170 179	
	Bleiben	i den	22 960	+ 60 60 60 60 60 60		67 73 90 90	205 238 258 258 258 258 258 258 258
		be	12 530	++ 		18 18 30	
,	-2		I45 800	10567 13113 13113 13887 13887	7763 8140 8280 8323 8443 8570	L	9749 10765 11134 111465 111749 11882
	I . 0/0		98 500	7367 7523 7647 7733 7773 7827	4737 4707 4683 4663 4663 4620 4593	8264 8102 8774 8842 8934 8960 8960	5503 5562 5562 5562 5503 5503
	$- \delta_e$ in		73710	5353 5430 5527 5527 5527 5640 5640 5663 5663 5663 5663 5663 5663 5673 5673	3750 3653 3653 3567 3567 3567 35493 3463 3463 3463 3447 3475 3463 3467 3467 3467 3467 3467 3467 3467	5730 5828 5914 5914 5974 6014 6045 6095 6127 6127 6154	4000 3942 3928 3892 3862 3862 3850 3850 3850 3814 3814 3809
	- Sun		53750	3690 3767 3850 3850 3870 3883 3910 3940 3943 3943 3943 3943 3943	2960 2860 2767 2767 2767 2763 2763 2663 2663 2663	3880 3935 3935 3935 4025 4025 4059 4083 4109 4119 4134 4134 4134 4158	3137 2995 2935 2897 2897 2897 2807 2807 2775 2775 27755 27555
	verkürz		33 330	2183 2137 2233 2223 2240 2240 2240 2240	1923 1900 1837 1837 1823 1813 1803 1770	2229 2255 2284 2299 2299 22305 2305 2315 2315	1927 1870 1870 1807 1807 1807 1803 1790 1779
	resamt		22 960	1447 1473 1400 1420 1430 1430 1430 1433 1443	1453 1397 1307 1290 1283 1270 1257 1257 1253	1429 1452 1465 1473 1473	1324 1267 1239 1239 1220 1227 1227 1227 1190
-	9		12 530	740 753 760 767	857 820 790 790	6652 667 677 684 690	677 644 630 627 627
	Be-	lastungs-	reihe	н 2 8 4 2 0 7 8 0 1 1 1 1 0 8 7 6 5 5 4 3 3 2 1 1	H 2 2 4 20 1 8 0 1 1	H 10 10 4 10 0 10 8 0 0 1 1	1 2 % 4 2 9 7 8 6 0 H
	Ge-	nessem	Incontin	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	Säule	Nr		9	C	30	21

106

Tabelle 20, Längenänderungen der Längseisen.

Tabelle 21. Längenänderungen der Längseisen bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangshelastung Art der Onerhewehrungen Sniralen aus 7-mm.Risen

	2		15 800	2233 2970 2970 1060	053 060 1110 143 160		065 295 600 600
	01 . 0/		500 I.	557 11 557 11	890 8 810 8 767 8 593 8 593 8	5335 530 588 588 532 597	315 8 309 8 310 8 307 8 300 8
	$\delta_e^{"}$ in 0		710 98	200 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	673 5 640 5 533 5 5330 5 540 5 55 540 5 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 55 5	512 5512 5512 555 555 565 565 565 515 565 5755 565 5755 745 745	069 5 039 5 032 5 032 5 032 5 032 5 032 5 032 5 032 5 032 5 032 5 093 0 093 0 5 090 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5
	- Bui		8750 73	310 4 333 4 367 4 777 7 777 4 777 4 747 4 777 4 747 4 777 4 747 4 777 4 747 4 777 4 747 4	617 4 5563 4 5537 4 5520 4 5520 4 4 5520 4 4 4 77 4 4 4 77 4 4 4 77 4 4 57 4 4 57 4 4 57 4 4 57 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	1149 4 1149 4 1185 4 1185 4 1149 4 11	0067 4 032 4 0990 4 9995 4 9992 3 9975 3 9967 3 9967 3 9955 3 9955 3 9955 3
	erkürzu		3 330 53	943 3 987 3 987 3 997 3 990 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	197, 3 2223, 3 2203, 3 2203, 3 2203, 3 2203, 3 2203, 3 187, 3 187, 3 187, 3 187, 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3	842 865 8865 8875 8875 8895 8895 8895 8895 33 902 33 902 33 8897 33 8897 33 8897 33 8897 33 8897 33 8897 33 8897 33 8897 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 8875 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33	862 850 850 857 857 857 857 854 854 854 854 854 854 854 854 854 855 855
	rnde V		2 960 3:	253 1 313 1 303 1 1 1 1 2 2 2 2 2 2 2	467 2 447 2 4453 2 4453 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	2200 1 212 1 2219 1 2220 1 2230 1 1 1 1	244 1 217 1 247 1 1 1 1 1 1
	Fede		12 530 2	623 1 623 1 613 1 613 1 613 1	717 1 703 1 697 1 697 1	573 1 585 1 1 585 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	599 1 597 1 604 1
Self-IIII	5	kg	145 800	1407 1567 1643 1697 1707	- 1923 - 1907 - 1913 - 1893 - 1883 - 1883	. 1	
T_/ enp	0/0 · 10	gen in	98 500	573 610 683 707 707	- 1203 - 1300 - 1363 - 1410 - 1410 - 1443	850 880 964 972	- 619 - 667 - 699 - 723 - 740
ווסוש וונ	$-\delta'_e$ in	astun	73710	333 347 367 367 373 373 387 387 387 387 387 417 417 417	- 680 - 773 - 773 - 830 - 873 - 910 - 940 - 940 - 960 - 980 - 9903 - 993 - 1013	480 518 550 575 602 612 612 637 644	
CII - 115	ürzung	n Bel	53750	170 187 187 203 200 200 210 220 233 237 237		257 257 309 314 323 353 353 353 358 358 358 358 358	
Bunnina	ade Verk	gende	33330	73 67 77 77 73 87 87	- 103 - 153 - 167 - 167 - 180 - 190 - 200 - 210 - 213	129 133 139 144 148 147 159 157	
nernev	Bleiber	n fol	22 960	33 37 27 30 30		62 70 87 87 92	
ICI CI		ei de	12 530	17 20 33 33	- 10 - 17 - 3 - 3	24 18 24	n r n
AIL		p	174240	I 5880	8030		9502
-Bu	· 10-5		145 800	11640 12197 12437 12437 12657 12940 12940	6130 6153 6197 6250 6277 6277 6350	I	7180 7359 7479 7535 7619 7700
Iastu	in 0/0		98 500	6973 7140 7243 7317 7363 7393	4687 4510 4403 4327 4327 4250 4190	7185 7402 7537 7595 7669 7749	4707 4642 4612 4584 4560 4547
Igsue	5 - Se		737IO	4993 5080 5103 5187 5187 5187 5187 5187 5213 5213 5243 5247 5247 5247 5257	3993 3867 3867 3803 3803 3703 3703 3590 3550 3550 3550 3550 3550 3550 35	4992 5107 5175 5175 5275 5315 5332 5332 5332 5333 5339 5389 5389 5389 5389 5389 5389	3672 3559 3555 3555 3555 3555 3550 3470 3470 3475 3470 3475 3470 3475 3470 3474 3470 3470 3470 3470 3470 3470
AIIIA	kürzung		53750	3480 3520 3553 3573 3573 3583 3597 3597 3613 3613 3613 3640	3263 3147 3073 3073 3073 2073 2997 2997 2933 2933 2933 2933 2933 29	3405 3472 3547 3547 3547 3597 3597 3625 3640 3640 3655 3655 3655	2867 2735 2735 2735 2673 26649 26649 26649 26649 26640 26640 26640 26612
	amtverl	-	33 330	2017 2047 2060 2063 2073 2073 2073 2080 2090 2090 2090	2093 2070 2037 2007 2007 1987 1977 1977 1963	1970 1999 2014 2032 2045 2045 2055 2055 2055 2055	1815 1794 1779 1779 1779 1779 1755 1755
	Ges		22 960	1287 1337 1340 1333 1333	1427 1400 1390 1370 1367	1262 1282 1293 1300 1312 1322 1322 1322	1233 1224 1224 1222
			12530	640 643 647 647 650	707 687 693 693 690	597 607 612	604 603 609 609
	Be-	lastungs-	reihe	H 5 6 4 5 9 7 8 6 0 1	H 8 6 4 5 9 7 8 6 0 1	- 8 % 4 % 6 C 8 6 0 1	1 2 2 4 5 0 7 8 6 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
		Ge-	Inception	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
		Säule	Nr.		4	23	24

Tabelle 21. Längenänderungen der Längseisen.

Cal	hel	Ie .	2	2	

Vergleich der Längenänderungen der Längseisen am Ende und in der Mitte der Säulen.

	Qu bewe	er- hrung	Ver-	G	fesamt	verkürz	ung —	δ_e in	0/0 · 10	o−5	E	leibende	e Verkü	rzung -	$-\delta'_e$ in	u º/0 · IO	—5
Säule Nr.	Form	Eisen- durch- messer	zung ge-		1	etzte I	b e : Beobach	i den itung r	folg nach w	g e n d e iederhol	n Be tem B	elastu e-und 1	ngen Entlaste	in k n (s. T.	g ab. 14—	-21).	
	1829	cm	messen	12 530	22960	33 330	53750	73710	98 500	145 800	12 530	22960	33 330	53 7 50	73710	98 500	145 800
I 3 Mittel			am Ende	737 673 705	1397 1283 1340	1963 1727 1845	3070 2617 2844	$4437 \\ 3697 \\ 4067$	$5223 \\ 5467 \\ 5345$	8370 10537 9454	$\frac{-20}{-83}$ -52		-273 -450 -362	$-543 \\ -667 \\ -605$	-713 -820 -767	-1037 -837 -937	-1727 -393 -1060
2 3 Mittel	e Ringe	0,5	in der Mitte	583 680 632	1227 1423 1325	1933 2140 2037	3410 3590 3500	5003 5320 5162	7363 7700 7532	13653 17653 15653	60 57 59	107 133 120	180 183 182	367 323 345	617 527 572	1037 863 950	2317 5117 3717
4 6 Mittol	schweißt		am Ende	740 663 702	1347 1297 1297	1953 1893	3177 2920 2040	4207 3910	5140 5283	8757 9130	$-83 \\ -13 \\ 49$	-220 -103 400	-363 -223 -202	-630 -523 577	- 980 - 797	-1613 - 973 - 973	-2217 -1003 4640
56	В.	0,7	in der Mitte	970 620	1807 1280	2673 2010	4620 3553	7037 5310	10637 7577	21130 15093	33 57	83 103	-235 153 183	357 357		<u> 1233</u> <u> 1323</u> <u> 933</u>	5120 3177
Mittel			MILLO	795	1544	2342	4087	6174	9107	18112	45	93	168	357	675	1128	4149
7 9 Mittel			am Ende	653 623 638	$ \frac{1263}{1243} \\ \overline{1253} $	$ 1887 1867 \overline{1877} 1877 $	3093 2903 2998	4213 3760 3987	57°3 493° 5317	9687 8047 8867	-13 -73 -43		-170 - 267 - 219	$-293 \\ -470 \\ -383$	-4^{23} -697 -560	$\frac{-520}{-823}$ -672	-447 -840 -644
8 9 Mittel	um-	0,5	in der Mitte	544 790 667	1174 1690 1429	1804 2590 2197	3212 4477 2845	4774 6560	6802 9380 8091	12759 19357 16058	19 20 20	94 80 87	127 143 125	295 340 348	528 683	815 1093 954	2050 3777 2914
IO I2 Mittel	hakte Ringe		am Ende	733 633 683	1470 1220 1345	2150 1807 1979	3257 2960 3109	4057 4097 4077	5283 5537 5410	8793 9570 9182	-23 -63 -43	-100 -220 -160	-237 -363 -300	-560 -600 -580	-880 -767 -824	-1200 -947 -1074	-1463 - 913 - 1188
II I2 Mittel		0,7	in der Mitte	613 767 690	1318 1600 1459	2022 2400 2211	3679 4177 3928	5320 6247 5784	7579 8953 8266	13880 16910 15390		99 67 83	157 117 137	369 313 341	610 583 597	903 923 913	1890 2503 2197
I 3 I 5 Mittel			am Ende	517 630 574	1033 1253 1143	1607 1887 1747	2653 2930 2792	3643 3920 3782	4897 5207 5052	10637 9070 9854		-157 -223 -190	-247 -373 -310	-397 -717 -557	-420 -1050 -735		967
14 15 Mittel	Diago-	0,5	in der Mitte	645 580 613	1552 1200 1376	2130 1940 2035	3810 3627 3719	5679 5493 5586	8372 8037 8205	17577 15767 16672		$-\frac{134}{-7}$	227 60 144	582 247 415	804 507 656	1275 920 1098	3768 2440 <i>3104</i>
16 18 Mittel	nal- bügel		am Ende	847 937 892	1437 1810 1624	2027 2513 2270	3410 3427 3419	4953 4357 4655	6930 6337 6634	12337		-280 -160 -220	-460 -337 -399	-680 -827 -754	-447 -1267 -857	-727 -1540 -1134	- 157
17 18 Mittel		0,7	in der Mitte	653 873 763	1410 1953 1682	2280 3023 2652	4090 5107 4599	6160 7433 6797	9140 10657 9899	18667	37 77 57	97 217 157	190 387 289	427 663 545	737 1023 880	1190 1460 1325	3610
19 21 Mittel			am Ende	790 627 709	1253 1190 1222	1770 1945 1858	2633 2755 2694	3397 3809 3603	4593 5503 5048	8570 11882 10226	$-93 \\ -97 \\ -93$	-303 -309 -305	-453 -479 -466	-767 -787 -777	-980 -955 -968	-1110 -1027 -1069	-840 -359 -600
19 20 Mittel		0,5	in der Mitte	767 690 729	1443 1477 1460	2240 2315 2278	3957 4158 4058	5713 6175 5944	7827 8960 8394	13887	+3 30 17	-60 90 15	-7 179 86	170 427 299	407 719 563	707 1107 907	1963
22 24 Mittel	Spirale		am Ende	690 609 650	1367 1222 1295	1963 1757 1860	2870 2612 2741	3430 3404 3417	4190 4547 4369	6350 7700 7025	$\frac{-3}{5}$	$-73 \\ -74 \\ -49$	-213 - 97 155	-570 -342 -456	-1013 -552 -783	-1443 - 740 - 1092	-1883 -982 -1432
22 23 Mittel		0,7	in der Mitte	650 612 624	1337 1322 1320	2080 2065 9079	3640 3674 3657	5257 5409	7393 7759 7576	12940	33 24 29	30 92	87 157 199	237 368 303	427 644 526	707 972 840	1707
0	1.3	am	Ende	694	1318	1920	2956	3956	5298		-49	- 173	- 318	-586	- 798	- 988	-
Gesan	tmittel	in der	Mitte	690	1451	2228	3924	5806	8384		35	85	158	365	636	1014	_
ve "a	m Ende	der W $e^{*} = 1$	erte 00	100	110	115	133	147	158	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 23. Längenänderungen des Betons, bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

						109
			163870	11463	1	1
	q_01.0		145800	9280 9787 9800 10003 10003 10050 10150 10150 10200	9017 9503 9713 9923	8474 8994 9405 9452 9497
	6 in 0/		98 500	6110 6147 6170 6210 6223 6223	5600 5723 5813 5813 5860 5897 5897 5947 5947 5977 5977	5352 5404 5479 5530 5555 5555
	$\rho - \beta t$		73710	4517 4573 4600 4600 4613 4607 4607	4023 4087 4157 4157 4157 4193 4193 4207 4207 4217	3775 3870 3870 3898 3934 3948 3948 3970 3970 3970 3970 3970
	rkürzur		53750	3240 3293 3320 3327 3327 3327 3323 3323 3323 332	2820 2867 2867 2903 2917 2927 2927 2923 2923 2923 2923	2639 2694 2710 2715 2737 2737 2737
n.	ide Vei		33 330	1887 1913 1920 1920 1930 1930	1653 1667 1663 1693 1697 1697 1700	1540 1559 1560 1569 1577 1583
n-Eise	Federn		22 960	1210	1060 1077 1077 1083 1100 1093	984 1012 1014 1015
2-mn			12 530	583 590 597 593	487 510 510 507	472 475 500 500
e aus	-5	kg	163870	5923		1
Ring	01 . 0/0	gen in	145800	3023 3703 3703 3703 3703 3703 3703 3703	1763 2037 2270 2460	1825 2117 22355 2419 2590
veißte	δ_b^{i} in	astun	98 500	1150 11283 11383 11477 11527	830 907 943 980 997 1000 1027 1057 1057	707 804 844 881 910
resch	- bun	n Bela	73710	693 740 813 833 883 883 883	540 593 600 623 623 623 653 663 663	470 470 504 535 535 542 558 558 558 558 585
en: C	erkürz	ender	53750	463 500 520 550 580 580 580 470 470	333 353 353 397 397 403 420 427 443	288 312 330 345 345 349 350 350
rung	nde V	1 folg	33330	243 250 267 267 283 283	160 173 193 197 197 207 220 220 217	148 158 169 169 172 180 180
beweh	3leiber	ei der	22 960	137 153 163	100 113 113 113 113 113 117	90 105 109
Quert	I	pe	12530	37 53 57 70	37 43 50 50	25 33 37 40
der (163 870	17387	T	
s. Art	· 10-5		145800	12303 13120 13503 13583 14157 14157 14557 14500 14627 14413	10780 11540 11983 12383 12683	10299 11110 11640 11870 12087 12335
stung	in ⁰ / ₀		98 500	7260 7430 7687 7750 7807	6430 6630 6630 6840 6893 6893 6993 7033 7033 7063	6059 6207 6322 6410 6465 6527
sbela	$\zeta = \delta_b$		73710	5210 5313 5373 5427 5453 5480 5480	4563 4563 4733 4780 4780 4807 4843 4873 4873 4870 4903 4903	4245 4359 4410 4452 4452 4452 4472 4472 4555 4555 4585
fang	sürzun		53750	3703 3793 3840 3877 3877 3933 3933 3877 3877 3877 3877	3153 3250 3267 3267 3313 3313 3347 3367 3367 3367 3367 3367 3367	2927 3005 3040 3060 3075 3087 3092
An	amtverl		33 330	2130 2163 2163 2197 2197 2297 2223 2223	1813 1813 1840 1883 1883 1893 1897 1917 1917 1917 1917 1927	1689 1717 1729 1740 1757 1764 1764
	Ges		22.960	1347 1373 1393 1403	1160 1187 1197 1197 1197 1213 1213 1213	1074 1105 1119 1123 1129
_			12 530	620 643 653 653 673	523 557 557	497 509 524 528 528
	Be-	astungs- reihe		1 2 2 4 3 2 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	н 8 6 4 2 9 1 8 0 I	1 2 2 4 2 2 4 2 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1
	Go.	messen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte
	Saulo	Nr.		н	63	m

Tabelle 23. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen

Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Tabelle .24.

Tabelle 24. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen.

Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Tabelle 25.

Anfanøsbelastung. Årt der Ouerbewehrungen: Umgehakte Ringe aus 5-mm-Eisen.

	10 ⁻⁵	No.	145800	7850 8117 8117 8327 8487 8603 8603 8563 8563 8557 8653	8880 9447 9647 1947 10110	7857 8162 8570 8710 8937 8937
	- 0/0 u		98 500	5033 5113 5147 5147 5217 5213 5247 5227 5227 5247 5267	5377 5613 5613 5717 5717	4882 5022 5113 5144 5177 5220 5220
	$-\delta_b^{''}$ ī	191	73710	3670 3727 3723 3733 3793 3797	3823 3897 3937 3937 3990 4000 4000 4023 4023 4027 4040	3515 3579 3672 3657 3657 3670 3683 3704 3709
	- gunz		53750	2590 2623 2660 2660 2660	2647 2647 2737 2737 2737 2737 2737 2737 2737 27	2454 2555 25555 25525 25524 25524
	Verkür		33330	1460 1510 1520 1520 1527 1530 1530 1530	1527 1543 1547 1547 1547 1550 1550	1435 1455 1455 1455 1462
	ernde		22 960	953 1007 980 980 983 983	970 990 997 993 990 990	935 947 959 947
	Fed		12530	450 453 453	473 470 483	465 457 460
,	-2.	kg	I45800	2287 2587 2587 2773 2773 2917 3067 3067 3067 3213 3197	1963 2197 2430 2563 2700	1497 1762 1912 2063 2110 2110
	0/0 - 10	cenin	98 500	970 1050 1117 1117 1180 1237 1263 1337 1337	890 843 923 940 983	678 717 757 791 812 790
	$- \delta_b^{'}$ in	stung	73710	593 650 700 710 730	483 517 523 547 563 577 563 660 640 640 643	319 358 358 370 417 417 417 417 417 417 417 417 417 417
0	irzung -	Bela	53750	327 367 380 403 430	257 283 317 317 317 317 320 357 357 357 370 370	182 210 222 230 229
	e Verki	e n d e n	33 330	143 167 167 173 173 180 197	160 173 177 183 183 183 180	70 83 85 85
0	3leibend	1 folg	22 960	800 80 83 83 83 83 83 83 83 83 83 83 83 83 83	80 87 97 90 113 113 123 133	47 32 32 32
	I	i der	12 530	23 30 30 30	20 23 23	+ +
2		b e	174240	14003	12743	12547
	· 10-5		145 800	10137 10703 110703 11237 11403 11403 11670 11670 11870 11870	10843 11643 12077 12510 12810 13043	9354 9923 10512 10774 11047
0	in 0/0		98 500	6003 6163 6263 6357 6450 6450 6490 6557 6603 6630	6267 6457 6537 6523 6700 6737	5570 5739 5870 5934 5988 6010 6025
	$z - \delta_b$		73710	4263 4377 4433 4503 4503 4503 4527 4540	$\begin{array}{c} 4307\\ 4413\\ 4460\\ 4553\\ 4553\\ 4577\\ 4663\\ 4663\\ 4683\\ 4683\\ 4707\\ 4707\\ \end{array}$	3834 3937 3992 3992 4079 4100 4197 4197 4197 4197 4198
	kürzung		53750	2917 2997 3040 3073 3090 3113	2903 2963 3010 3053 3053 3053 3053 3053 3057 3053 3097 3113 3113	2635 2712 2727 2750 2752 2752 2754
	umtver		33 330	1603 1677 1687 1700 1710 1720 1720 1727 1730	1687 1717 1723 1730 1733 1730 1737	1505 1535 1535 1542 1542 1547
	Gest		22960	1023 1087 1060 1053 1063 1067 1060	1050 1077 1083 1087 1093 1103 1113 1113 1113 11130	977 993 992 978 978 984
-			12 530	473 477 483 480 483	493 493 507 517	463 453 459 462
	Be-	lastungs-	reihe	1 6 % 4 % 0 % 8 0 I	н и к 4 к 0 г 8 6 1 I	н 4 6 4 10 0 10 8 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
	50	messen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte
	and of the second	Nr.			∞	6

Tabelle 25. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen,

III

Tabelle 26. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

-

112

	10-5		145 800	8737 9257 9257 9330	8190 8570 8923 9017 9237	8752 9472 9675 9878 9878
-	• 0/0 u		98 500	5740 5813 5957 5840 5893 5893 5970 5950 5950	5067 5177 5240 5240 5313 5313	5235 5364 5447 5447 5513 5513
	$-\delta''_b$ i		73710	4310 4390 4440 4440 4440 4440 4440 4440	3587 3627 3697 3710 3737 3757 3757 3757 3757 3757 3757 375	3659 3727 3775 3875 3847 3847 3847 3847 3847 3860 3870 3870 3870 3870
	- Sanzı		53750	3163 3217 3237 3263 3263	2500 2537 2550 25560 25560 25560 25560 25590 25580	2540 2565 2580 2595 2595 2595 2509 2609 2619 2619
	Verkü		33330	1947 1953 1977 1997	1457 1450 1473 1473	1465 1459 1458 1458 1457 1463 1465
sen.	ernde		22 960	1287 1293 1304 1307 1303	940 953 950 953 953	929 929 928 927 930
n-Eis	Fed		12530	637 633 633 637	440 460 457 457	423 430 430
IUI-2	2	k g	I45800	3327 3617 3897 4087	1763 2017 2230 2503 2617 2617	1618 1940 2060 2155 2210 2210
ge aus	0/0 . 10	en in	98 500	1713 1840 1907 2037 2037 2037 2030 2063 2063	757 850 857 903 917	845 899 955 984
te Kin	$-\delta_{b}^{'}$ in	stung	73710	1097 1157 1173 1210 1210 1283 1330 1373	463 507 520 520 520 527 540 583 603 607 613	562 560 564 564 570 647 647 662 675 694
ngenak	irzung -	Bela	53750	650 717 777 777	260 273 287 310 327 327 330 340 353	283 317 337 337 337 349 399 4105 4105 4105 387 394
en: Ur	le Verki	n d e n	33 330	270 313 340 333	137 163 157 157	147 158 167 187 207 211 213
chrunge	Bleibend	folge	22.960	100 127 140 143 160	73 87 93 100 100 103	90 97 107 1108 1112
rbewe		den	12 530	7 13 13	20 20 30	49 54 59
r Que		bei	174240	1	14 687	15179
Art de	· 10 ⁻⁵		145 800	12 065 12 840 13 153 13 417 13 643	9953 10587 11153 11153 111520 111853 12153	10.370 11.064 11.532 11.830 11.830 12.289 12.245
ug.	in ⁰ / ₀		98 500	7453 7653 7897 7877 7920 8000 8013 8057 8087	5823 5997 6097 6183 6230 6303	6080 6262 6344 6435 6435 6537 6537
lastu	$g - \delta_b$		73,710	5407. 5547 5613 5697 5723 5770 5810 5833	4050 4133 4217 4217 4277 4313 4360 4360 4360 4367 4390 4367 4390 4367	4220 4287 4339 4339 4473 4473 4473 4473 4473 4567 4567 4567 4567
Igsbe	kürzun		53750	3 ⁸¹³ 3933 4013 4040 4040	2760 2837 2837 2870 2887 2893 2933 2933 2933	2824 2917 2917 2940 2949 3003 3023 3023 3023 3023 3024 3047
Antar	amtver		33 330	2217 2267 2317 2330 2340	1593 1613 1627 1627 1627	1612 1624 1625 1645 1663 1675 1679 1685
-	Ges		22960	1387 1420 1447 1450 1450 1480	1013 1040 1043 1050 1053 1057 1070	1019 1025 1035 1035 1042 1048
			12530	643 640 647 650 660	460 487 487 500	472 489 493
	Be-	lastungs- reihe		H 17 10 4 10 10 10 0	H 9 8 4 10 9 7 8 6 1 1	H 0 0 4 10 9 7 8 0 1 1
-	č	messen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte
		Nr.		IO	11	12

Tabelle 26. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen.

Tabelle 27. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

	65		145 800	8247 8440 8747 8850 9237 9017 9043 9067 9177	9767 10347 10690 11003 11333	8187 8702 9013 9150 9317		
	1 · 0/0 u	1 and 1	98 500	5040 5720 55157 55190 55190 52257 52257 52257 52257 5273 5210	5650 5813 5920 5990 6000	5082 5177 5254 5315 5315		
	$-\delta_b^{''}$ ii		73 7x0	3623 3623 3700 3753 3753 3767 3767	3987 4060 4120 4160 4187 4213 4240 4230	3629 3687 3714 3739 3757 3758 3788 3788 3788 3788 3788 3788		
	- Bunz	21.15	53750	2550 2593 2593 2593 2607 2600	2737 2840 2853 2840 2850 2873 2873 2873 2873 2873 2873 2873	2527 25275 2585 2594 2514 2515 2522 2522 2527 2514 2514		
	Verkü		33 330	1507 1497 1507 1503 1517 1500 1500	1580 1597 1630 1630 1633 1647 1653	1479 1494 1505 1505 1515 1520		
	lernde		22 960	967 977 987 987 987 1013	1020 1030 1040 1043 1047 1053	957 977 975 975		
E.Iser	Fed		12530	530 533 553 550 480 480 480	487 493 497 490	458 454 458 462		
- mm - S	2	kg	I45800	2340 2730 2857 3050 3167 3253 3393 3470 3493	2627 3247 3737 4023 4327	1697 1914 2035 2192 2267 2267		
aus	0/0 . 10	en in	98 500	1007 1063 1170 1170 1170 1277 1277 1277 1287 1287 1387 1387 1387	1003 1117 1190 1217 1263	745 795 847 894 913		
albugel	$-\delta_b^{'}$ in	stung	73710	567 613 643 683 683 683 703 7703 757	587 653 677 693 720 737 737 773	445 480 522 534 535 555 562 562 562 562 562		
Jiagon	- gunzu	Bela	53750	340 373 377 397 403 420	350 373 403 440 447 457 457 453	254 279 287 304 309 312 320 327 327 332 332		
gen:]	e Verkü	nden	33 330	137 177 190 197 210 210 220 227	157 183 187 203 200 200 207 203	125 130 140 144 150 147		
wehrun	leibend	folge	22 960	87 110 170 110 110 120	80 87 90 97 103 110	59 64 80 89 89		
lerbe	B	den	12530	17 23 33 37 40 37 37	23 33 47 47	12 23 30 34		
der Qu		bei	174240	15170	-	I		
Art	0 · 10 ⁻⁵		145800	10587 11170 111603 11870 12070 12270 12437 12537 12537 12537 12537 12537	12393 13593 14427 15027 15660 15993	9883 10615 11049 11347 111347 11133		
ung.	in ⁰ /(98 500	6047 6263 6327 6333 6467 6530 6553 6653 6653 66733 66733	6653 6930 7110 7207 7353 7373	5807 5972 6100 6173 6229 6229		
elast	$\zeta = \delta_b$		73710	4190 4310 4343 4397 4437 4467 4467 4487 4487 4523 4523	4573 4797 4797 4853 4857 4907 4907 4907 4907 5000 5000	$\begin{array}{c} 4073\\ 4167\\ 4235\\ 4235\\ 4272\\ 4233\\ 4337\\ 4337\\ 4337\\ 4337\\ 4337\\ 4402\\$		
ungst	çürzung		53750	2890 2937 2973 2990 3010 3020 3040	3087 3213 3257 3253 3253 3253 3327 3327 33327 33357 3357	2780 2837 2837 2872 2895 2922 2922 2922 2942 2942 2959 2959 29		
Anfa	mtver	-	33 330	1643 1673 1687 1687 1703 1713 1727 1727 1727 1737	1737 1737 1817 1817 1823 1853 1853 1853 1853 1853	1603 1624 1640 1649 1665 1667 1674		
	Gresa		22 960	1047 1077 1087 1093 1097 1100 1107	11100 1117 11130 11140 11150 11163 11170	1015 1034 1047 1055 1064 1062		
			12 530	547 5557 5557 5557 5517 5517 5517 520	510 537 537 540	470 477 489 495 495		
	Be-	lastungs-		H 9 6 4 7 0 7 8 0 1 1	H 1 10 4 10 0 10 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	H 9 8 4 2 2 8 0 1 1		
		Ge-	-	am	1 der Mitte	a der Mitte		
		Nr. m			14 II	$ \begin{tabular}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$		
1	Deutsch	ner Au	ssch	uß für Eisenbeton, Heft 28.		8		

Tabelle 27. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen.

Tabelle 28. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

1	2	5000	45 800	257 597 860 987 073 153	470 863 220 143	1
	0/0 • IC	10.1	8 500 1	137 8 220 8 2263 8 2313 9 313 9 343 9 3373 9	047 8 250 8 317 9 3350 9 1433	395 587 5667 7749 7799
	- δ_b'' in		137IO 9	3610 3610 3693 5693 5693 53697 33710 53770 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 53777 547 547 547 547 547 547 547 547 547	3560 3560 3560 3560 3757 3757 3757	11485 1545 1545 1545 1545 1545 1545 1545
1100	- gun	11000	53750 7	25533 2553 2553 2553 2553 2553 2553 255	2387 2437 2437 2487 22480 22497 2510 25510	3107 3207 3207 3214 3214 3214 32257 32257 32257 32255 32255 32255
	Verkürz	1916	33 330	1383 1413 1403 1740 1740 1743 1753 1753 1753	1377 1373 1373 1393 1400 1403 1397 1403	1799 1832 1860 1867 1867 1872 1877
	ernde 1		22 960	917 923 927 920 923 923	870 893 897	1115 1177 11203 11197 11197 1210
Eisen.	Fed		12 530	447 457 450 457 450 450	417 423 427 423	535 560 560
	5	2012	145 800	2187 2413 2553 4450 4590 4757 4757	1757 2030 2240 2483 2483	
l aus	01 . 0/0	i in kg	98 500	1070 1160 1197 1280 1310 1360 1400 1410 1440	813 870 907 973 990	1052 1142 1200 1220 1273
albüge	$-\delta_b'$ in	tungen	73710	670 730 763 763 787 787 787 8823 843 883 883 883 883 903	500 557 557 557 570 570 587 617 613 613 630 630 647	622 664 710 730 752 752 758 807 807 815 815
Diagon	rzung –	Belas	53 750	407 447 470 470 493 490 510 517 527 533	280 317 317 330 350 353 353 357 357 357 357	390 424 435 435 459 468 477 484 499 482 499
igen :	e Verkü	enden	33 330	197 210 233 247 253 253 255 255 255 255 255 255 255 255	117 147 150 157 163 170 163	222 239 249 253 265 270 270
wehrur	3leibend	en folg	22960	90 107 113 127 133 140	77 80 83	125 147 145 160 160
uerbe	ſ	bei d	12 530	37 40 47 53 53	23 30 37 37	30 55 60 67 77
der Q			174240	16510	15 693	1
Art	· 10_5		145800	10443 11043 11277 13310 13577 13577 13743 13743 13910 14010	10 2 2 7 10 8 9 3 11 4 6 0 11 6 2 7 12 16 0	1
tung.	in ⁰ / _c	0220	98 500	6207 6370 6370 6543 6543 6610 6673 6733 6783 6783 6783 6830 6881 6881	5860 6120 6223 6227 6353 6457 6457	7447 7728 7867 7970 8072 8179
belas	3 - 8		73710	4280 4373 4447 4497 4543 4617 4617 4637 4637 4680 4680 4710	4060 4157 4263 4280 4327 4333 4367 4333 4367 4403 4403	5107 5247 5339 5412 5463 5463 5563 5555 5553 55614 5614 5618
fangs	kürzun	No.	53750	2847 2953 3007 3023 3043 3067 3080 3087 3087 3107	2667 2737 2737 2817 2813 2833 2853 2853 2857 2857 2857 2857 2857 2857 2857 2890	3497 3595 3542 3572 3572 3772 3737 3755 3755 3755 375
An	amtver		33 330	1580 1623 1637 1987 1997 2017 2017 2017 2017 2043	1493 1520 1543 1557 1567 1567 1567 1563 1563	2020 2070 2109 2120 2129 2142 2147 2147 2147 2150
	Gest	100	22 960	1007 1030 1040 1047 1057 1063 1067	947 973 983 983	1240 1323 1349 1357 1370 1370
			12 530	483 497 500 503 507	440 453 460 460 463	565 605 615 637 647
	Be-	lastungs- reihe		н 4 % 4 % 7 % 8 6 1 I	H 8 6 4 50 7 8 6 0	H 4 8 4 5 9 7 8 6 1 1
	C.o.	messen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte
	Sanla	Nr.		16	17	81

Tabelle 29. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

isen.
i-Ei
zum->
SUL
ale
Spir
: 11
runge
eweh
uerb
0
den
Art
tung.
elas
gsb
lfan
AI

-2		145 800	8163 8674 9092 9265 9265	I, III	9427 10537 10817 10913 111127
01 • 0/0		98 500 3	5207 5299 5342 5412 5412	6473 6717 6850 6890 6943 6943	6257 6360 6430 6480 6493 6493
$- \delta_b^{''}$ in		73710	3762 3795 3827 3867 3879 3879 3872 3872 3872 3872 3872 3872 3872 3872	4763 4830 4830 4873 4903 4950 4950 4967 4967 4967 4967	4657 4720 4747 4770 4770 4793 4793 4793 4793 4793 4793 4793
- Sunz		53750	2614 2655 2674 2677 2685 2685 2695 2702 2702 2702 2710 2715	3397 3470 3477 3470 3470 3533 3537 3533 3537 3537 3537 3537	3350 3417 3417 3440 3477 3477 3477 3477 3477 3477 347
Verkür		33 330	1528 1538 1533 1542 1542 1542	2030 2037 2057 2057 2080 2083 2083	1950 2007 2010 1957 2023 2023 2023 2027 2047
dernde		22 960	989 999 1007 1002 1002 997 995	1317 1320 1347 1347 1343 1350	1270 1293 1300 1300 1327 1327
Fe	5.0	12530	465 467 470	597 620 617 613	580 593 603 600
5	in k	145 800	1525 1687 2725 2935 3007 3007	L	5137 5627 5980 6350 6603
01 - 0/0	ı n g e n	98 500	683 729 793 823 823	1007 1073 1117 1117 11153	2173 2357 2490 2583 2583 2567
$-\delta_b^{'}$ in	elastu	73710	414 450 490 503 510 522 533 547 547 555	570 593 640 650 673 680 703 723 723 723	1370 1453 1543 1543 1593 1697 1740 1773 1773 1773 1773
ürzung	en B	53750	254 277 284 302 315 315 319 319 322 330 330 330	310 350 353 353 393 410 423 423 423 423 443 443	843 907 963 1000 1027 1057 1057 1093 11133 1150 1170
le Verki	lgend	33 330	145 150 158 168 173 170	157 167 183 180 183 183	390 410 450 533 563 563
leibend	en fo	22 960	72 78 92 104 114 115.	97 97 107 107 107	197 213 230 247 270 271
H	bei d	12530	26 30 32 32	33 33 37 43	60 73 83 93 93
-5		145800	9688° 10360 10694 12027 12272 12272		14 563 16 163 16 797 17 730 17 730 17 697
01 . 0/		98 500	5890 6026 6125 6197 6197 6235 6280	7480 7790 7940 8007 8473 8473	8430 8717 8920 9063 9160 9287 9287
S _b in (73710	$\begin{array}{c} 4175\\ 4175\\ 4245\\ 4317\\ 4370\\ 4389\\ 4404\\ 44420\\ 44457\\ 44457\\ 44457\\ 44757\\ 44757\\ 44783\end{array}$	5333 5423 5513 5553 5563 5663 5663 5663 5663 5717 5763	6027 6173 6173 6383 6383 6493 6533 6533 6550 6550 6550
- Bun		53750	2867 2932 2957 2957 2984 3014 3014 3025 3059 3059	3707 3783 3783 3863 3963 3957 3957 3957 3957 4000 4000	$\begin{array}{c} 4193\\ 4193\\ 4403\\ 4460\\ 4503\\ 4553\\ 4553\\ 4557\\ 4683$
tverkürz		33 330	1674 1687 1694 1710 1717 1722 1717	2187 2203 2240 2253 2253 2253 2253 2277 2277	2340 2417 2460 2490 2577 2590 2590 2610 2623
Gesam		22960	1000 1077 1100 1110 1110 1110 1110 1110	1407 1417 1447 1450 1450 1457 1460	1467 1507 1530 1547 1603 1600 1600
		12 530	490 502 502	630 653 657 667	640 667 687 693 703
Be-	lastungs- reihe		1 2 8 4 7 0 7 8 9 1 1 1 1 0 8 7 0 7 8 9 1 1	H 4 8 4 70 0 1 8 0 1 1	н 4 6 4 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6
	uessen		in der Mitte	in der Mitte	am Ende
Cent	Saule Nr.		61	20	21

Tabelle 30. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

Anfangshelastung Art der Ouerhewehrungen Snirale aus 4.mm-Fisen

116

	-2	1000	145 800	8029 8254 8430 8540 8630		8033 8507 8697 8760 8917
	0/0 · IC	or the state	98 500	5120 5210 5264 53300 53322	5430 5597 5647 5760 5760	5253 5343 5417 5467 5467
	$- \delta_b^{\prime\prime}$ in		73710	3702 3783 3783 3849 3849 3849 3845 38545 3855 3855 3855 3855 3855	3830 3890 3970 3970 3987 4013 4013 4037 4037 4037	3787 3860 38960 3940 3947 3947 3953 3953 3953 3953 3990 3993 4003
	- gunzı	1900	53750	2622 2652 2655 2655 2655 2672 2697 2687 2697 2697 2690 2690	2633 2633 2683 2717 2717 2777 2780 2780 2780 27770 27770 27770	2643 2643 2717 2717 2717 2717 2740 2740 2750 2750 2770 2770
	Verkü	Chine -	33 330	1522 1535 1545 1560 1567 1567 1567 1570	1533 1537 1557 1557 1558 1583 1580 1580 1580	1493 1523 1523 1530 1523 1523 1540
	edernde		22960	1027 1034 1052 1049	997 1010 1020 1033 1027 1033	957 973 980
	Fe	0.00	12530	487 488 492 493	490 500 500	447 440 443
	0-5	in kg	145800	1238 1369 1445 1515 1550	1	2607 2890 3120 3397
- com	I · 0/0 1	ngen	98 500	644 677 719 744 759	1213 1270 1360 1380 1410	1033 1143 1220 1267 1347
Amind	$-\delta_b^{'}$ ir	lastu	73710	437 447 474 474 474 490 509 509 517 517 517	717 777 827 827 900 910 933 957 957 957 957	603 637 680 680 680 680 717 717 740 760 760 787 813
	irzung -	n Be	53750	244 265 265 265 285 285 290 302 302 315 336 336 336 336 336	417 443 503 527 547 553 553 563 583 563 563	297 347 363 363 363 363 363 47 417 417 417 440 440 440 440
STID TIT	Verki	ende	33 330	135 135 147 147 147 155 157 167	163 193 203 203 203 260 260 297 300	100 110 120 140 157 157
	eibende	folg	22960	80 89 92 92	47 77 93 100 117 127	33 37 37
17	Bl	i den	12530	23 35 40	10	10 17 71
		hei	174240	12240	Learnin	14 837
· .9m	• 10-5	18.10	145 800	9 267 9 622 9 875 9 875 10 180 10 337	1	10640 11397 11817 12050 12313 12503
	5 in ⁰ / ₀		98 500	5764 5887 5982 6043 6080 6108	6643 6867 7007 7170 7170 7263 7263	6287 6487 6637 6733 6733 6813 6893
ang an	$g - \delta_l$		73710	4128 4230 4265 4299 4322 4329 4375 4375 4375	4547 4667 4747 4887 4887 4930 4947 4993 5013 5013 5070	4390 4497 4570 4653 4663 4663 4723 4773 4773 4773 4773 4773 4773
	kürzun		53750	2865 2915 2935 2950 2969 2974 2995 3002 3002 3002 3002	3050 3127 3197 3263 3220 33253 3353 3353 3353 3353 3353 33	2940 3030 3080 3110 3140 3177 3207 3207 3207 3220 3230
	amtver		33 330	1657 1650 1690 1707 1723 1723 1732 1732 1732 1737	1697 1730 1793 1857 1857 1910 1910	1593 1650 1650 1673 1673 1697 1707
	Ges		22 960	1107 11122 11137 11140 11143	1043 1087 1113 1133 1143 1143 1160 1163	066 0101 0101 0101
-		3.5	12530	510 520 535 542 542	500 507 507	457 450 460 460
	Be-	lastungs- reihe		н а 64 20 20 6 1 I	1 2 2 4 3 2 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0	H 4 8 4 10 0 1 8 6 0 1 1
	ť	messen		in der Mitte	in der Mitte	am Ende
	Säule	Nr.		19	5 33	5 4

Tabelle 30. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen.

Tabelle 31. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Ohne Bewehrung.

	0-6		145800	8637 9017 9237 9533 9660	7613 8167 8290 8557 8693	7977 8387 8620 8863 9007	7903 8280 8453 8673 8810 8810
	I • 0/0 I		98 500	5377 5487 5530 5550 5557 5577 5583 5583 5617 5617	4557 4637 4697 4743 4763	4857 4973 5003 5007 5083	4863 4970 5003 5040 5063
	$-\delta_b^{'}$ in		73710	3903 3927 3950 3950 3980 4030 4053 4050 4053 4053	3087 3150 3150 3150 3187 3187 3187 3180 3180 3187 3187 3210	3440 3490 3530 3550 3557 3567 3567 3567 3567 3567 3567 3587 3587	3493 3547 3547 3570 3587 3597 3607 3607 3607 3607 3607 3607 3597
	- Sunz.		53750	2777 2807 2840 2847 2847 2850 2853	2057 2083 2090 2067 2063 2053 2053 2017 2053 2053 2053 2053 2053 2057 2033	2363 2407 2413 2413 2437 2437 2450 2450 2450 2450 2450 2450 2450	2437 2497 2500 2500 2500 2500 2517 2513 2513 2513 2513 2513 2517 2517
	Verkür		33330	1690 1707 1713 1713 1713 1733 1733 1733	1070 1073 1057 1057 1073 1073 1073 1073 1073 1060 1060 1050	1360 1390 1383 1393 1393 1390 1390 1393	1457 1467 1470 1473 1473 1473 1473 1473 1473
	edernde		22 960	1103 1113 1127 1120	657 673 677 677 677 677	893 900 903 903	970 970 970
	Fe		12 530	537 537 527 527	350 343 347	427 463 463 427 427 430	473 473 473
	-5	kg	145 800	2937 3323 3570 3740 3947	2447 2727 3037 3237 3237 3347	2193 2617 2933 3113 3323 3323	2063 2427 2707 2883 3043 3043
	01 . 0/0	gen in	98 500	1143 1220 1297 1397 1393 1460 1490 1560	1003 1103 1157 1193 1230	847 930 990 1030 1077	810 883 937 1020
	δ_b in	lastun	73710	640 710 747 797 813 813 820 843 843	607 660 690 720 757 757 757 757 753 803 830 830 830 830	470 513 537 537 537 537 537 537 537 537 537 603 603 623 640 640	423 460 493 510 530 547 560 587 603 603
	- gunz	den Be	53750	347 400 413 440 440 480	363 393 393 393 393 407 443 457 473 520 513 513 513 523	273 300 307 307 323 323 337 340 337 340 337 380 380 380 383	217 240 250 250 280 287 287 287 287 287 297 333 333
	Verkür	olgene	33 330	173 180 193 203 217 217 213 213	173 180 207 227 237 240 253 263 253 253 253 253 253 253 253 253 253 25	120 127 147 147 157 157 157 157	60 67 77 83 90 107 107
	leibende	i den i	22960	93 103 110 113	113 120 127 127 123 130	577 577 83 83 83	+10 17 17
	B	be	12530	27 33 40 47	30 43 43	20 27 57 53 53	
	5		145800	11 573 12 340 12 807 13 273 13 607	10060 10893 11327 11793 112040	10 170 11 003 11 553 11 977 12 330	9 967 10 707 11 160 11 557 11 853
	-01 . 0/0		98 500	6520 6707 6817 6817 6817 6817 6907 6903 6983 7043 7107 7107 7107 7107	5560 5737 5853 5853 5853 5937 5993 6053	5703 5903 5993 6100 6160 6213	5673 5853 5940 5017 6017 6083 6130
I	δ_b in (73710	4543 4637 4697 4760 4760 4827 4827 4827 4827 4877 4900 4900	3727 3810 3810 3880 3880 3993 3943 3993 3993 4017 4017 4033	3910 4003 4067 4103 4127 4127 4173 4173 4173 4173 4173 4173 4173 417	3917 4007 4063 4097 4127 4127 4123 4153 4153 4173 4173 4173 4173 4210 4243
	mg -		53750	3123 3207 3253 3287 3287 3287 3287 3310 33333 3347	2477 2497 2510 2510 2520 2520 2537 2537 2550 2550 2550 2550 2550	2637 2707 2757 2757 2757 2757 2757 2757 275	2653 2747 2747 2767 2767 2767 2767 2767 27807 27807 27807 2813 2813 28300 28500 28500
	verkürzt		33 330	1863 1887 1907 1917 1917 1947 1947 1963 1967	1243 1253 1263 1263 1300 1310 1323 1327 1327 1333 1333 1340	1480 1517 1517 1530 1540 1547 1557 1563 1567	1517 1533 1547 1557 1563 1563 1587 1587
	Gesamtv	-	22 960	1197 1217 1237 1233 1243	770 793 800 807 807 813	977 977 987 993 993	970 987 987 993 993
	_		12 530	563 570 573 583 583	387 393 393 393	447 460 483 483 483 483 483	470 463 460 457
	Be	lastungs-	reihe	1 2 8 4 20 7 8 6 0	н 8 6 4 2 0 7 8 4 3 1 1 1 0 6 2 4 3 9 1 1 1 1 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H 4 8 4 2 9 7 8 4 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H 4 6 4 5 9 6 6 1 1
	Gen	uesen	IICSSCII	am Ende	in der Mitte	in der Mitte	am Ende
	Sinle	N	TNF.	.n 10	26	1	

Tabelle 31. Längenänderungen des Betons der quadratischen Säulen.

118 Tabelle 32. Verkürzung des Betons am Ende und in der Mitte der quadratischen Säulen.

Tabelle 32. Vergleich der Verkürzungen des Betons in der Mitte und am Ende der Säulen.

Letzte Beobachtung nach wiederholtem Be- und Entlasten.

	Querbewel	nrung	Ver	2.3.2	Canama			£ := 0/	10-5	
Säule Nr.	Form	Eisen- durch- messer	kürzung	232	bei de	n folgen	iden Be	lastunge	n in kg	
		cm	gemessen	12530	22960	33 330	53750	73 710	98 500	145 800
1 4	geschweißte Ringe	0,5 0,7		673 490	1403 1077	2223 1730	3890 3193	5480 4557	7807 6653	14413 13203
7 10	umgehakte Ringe	0,5 0,7	am	483 660	1060 1480	1730 2340	3113 4080	4540 5833	6630 8087	11937 13643
13 16	Diagonal- bügel	0,5 0,7	Ende	520 507	1107 1067	1737 2043	3040 3107	4540 4710	6750 6881	12737 14010
21 24	Spiralen	0,5 0,7		703 460	1603 1017	2623 1707	4683 3230	6667 4823	9287 6893	17697 12503
2 3 5 6	geschweißte Ringe	0,5 0,7		557 528 640 562	1213 1129 1380 1137	1927 1764 2173 1767	3403 3092 3827 3110	4927 4585 5740 4680	7090 6527 8510 6687	12683 12335 16670 12879
8 9 11 12	umgehakte Ringe Diagonal-	0,5 0,7	in der	517 462 500 493	1130 984 1070 1048	1737 1545 1627 1685	3133 2754 2933 3047	4707 4198 4403 4603	6737 6025 6303 6537	13043 11047 12153 12245
14 15 17 18	Diagonal- bügel	0,5	Mitte	540 495 463 647	1170 1062 983 1370	1863 1674 1590 2150	3357 2975 2890 3787	5020 4402 4403 5618	7373 6279 6457 8179	15993 11733 12160
19 20 22 23	Spiralen	0,5 0,7		502 667 542 507	1110 1460 1143 1163	1717 2277 1740 1910	3059 4010 3024 3403	44 ⁸ 3 5763 4377 5070	6280 8473 6108 7263	12553 — 10337 —
Mittel fü	r die bewehrten	Säulen,	am Ende	562	1227	2017	3567	5144	7374	13643
	gemessen		in der Mitte	542	1160	1820	3113	4811	6927	12756
25 27			am Ende	583 457	1243 993	1967 1587	3347 2860	4903 4243	7203 6130	13607 11853
26 27 Mittel	unbewel	hrt	in der Mitte	393 483 438	813 993 908	1340 1567 1454	2550 2847 2699	4033 4270 4152	6053 6213 6133	12730 12040 12330 12185

Tabelle 33. Längenänderungen der quadratischen Säulen, gemessen zwischen den beiden Druckplatten bis 174240 kg

			Bel	astun	Ig. I	letzte	Beob	achtun	g nacl	n wied	erholt	em B	e- und	I Ent	lasten	(s. 7	ab. 2	3 bis	31).			-		
	Querbew	vehrung			Gresam	tverkür	ii Bunz.	I - 0/0 L	1-0		I	3leiben	de Ver	kürzun	g in ⁰	0.10	4	F	edernde	verk	ürzung	in $^{0/0}$	10_4	
Saulen Nr.	Form	durch-							p	ei dei	n fol	gend	en B	elas	tung	en i	ı kg							
		cm	12 530	22 960	33 330	53750	73710	98 500	145800	174 240	12 530	22 960	33 330	53750	73710	98 500	45 800	12 530 2	2 960 3	3 330 5	3750 7	3710 9	8 500 1	45 800
64 M		0.5	119	231 210	342 307	554 480	733 656	987 864	1622	1982	46	90 72	131	216	278 218	359	604 503	73	142	211 204	3338 321	456	528 I	018
Mittel	ge- schweißte		113	221	325	517	695	926	1530	1849	43	81	117	188	248	318	554	11	140	208	330	148	505	116
5.0	Ringe	0,7	106	231 179	344 269	557 446	754 632	1045 849	1729	2180	14 25	64 52	108 85	191 138	260 201	369 264	630 489	92 63	167	237 184	366	495 431	585 I	099
Mittel			26	205	307	502	693	947	1582	1946	20	58	26	165	231	317	560	28	147	211	338	163	331 1	022
8 6		0,5	99 74	203 153	307 231	524 388	733	965	1644 1249	2081 1469	27 16	66 31	97 49	179	266 137	341 183	638 347	72 57	138	210 182	344 303	468 424	525 I 569	006 902
Mittel	um-		87	178	269	456	647	859	1447	1775	22	49	73	132	202	262	493	65	130	196	324	146	269	954
11 12	Ringe	0,7	111 93	226 194	325 293	520 485	692 668	893 872	1452 1401	1685 1642	38 23	80 51	115 84	184 150	246 216	296 268	499 454	73	146 143	210	336 335	447 453	597 504	953 948
Mittel			102	210	309	503	680	883	1427	1664	31	99	100	167	231	282	477	72	145	210	336	150 0	501	951
14		0,5	116	220	321	512 502	744 677	981 898	1712	2207 1796	37 29	81 71	125	209 180	267 239	347 309	636 541	79 67	153 139	222 204	350	477 438	589 I	076
Mittel	Diagonal-		107	215	319	503	111	940	1615	2002	33	26	119	195	253	328	589	73	146	213	336	158 0	312 1	026
17 18	Bügel	2.0	123	226	327 368	505 607	677 859	909	1570 2384		50 19	86 68	123 128	182 237	235 346	298 478	558 939	71 78	140	204	323	514	I 119	321
M Ittel			OTT	230	343	9966	201	200T	DAL		99		120	210	TRZ	999	RE!	01	193	222	941	0,1	1 +00	
19 20 21		0,5	108 106 82	244 201 183	361 287 283	597 472 472	807 664 652	1059 924 888	1741 1563 1643	1	37 24 15	102 47 42	152 77 76	268 136 133	356 201 189	454 286 252	772 494 569	70 82 67	142 154 141	209 211 207	329 336 339	451 463 463	506 538 1 536 1	969 069 075
Mittel	Cnivalan		66	209	310	514	208	957	1649	1	25	64	102	179	249	331	612	73	146	607	335	629	27 1	038
22 23 24	орнаюн	0,7	92 106 77	189 218 158	286 331 254	475 526 441	646 723 629	848 974 856	1380 1573 1476	1	27	52 57 21	84 100 50	148 167 119	205 238 188	266 262 262	459 513 520	65 83 69	137 162 137	202 231 204	323	141 185 142	583 551 I 594	921 060 956
Mittel			92	188	290	481	666	893	1476	1	19	43	28	145	210	284	497	26	145	212	336	156	609	616
26	unbew	vehrt	128	232	332	506	684	906	1520		56	98	133	198	260	331 267	573	73	134	198	308	124	575	947
Mittel			108	213	312	485	661	887	1508	1	39	25	109	172	231	299	542	20	138	202	314	181	88	296

Tabelle 33. Längenänderungen der quadratischen Säulen.

Tabelle 33a.

Längenänderungen der quadratischen Säulen, gemessen zwischen den Druckplatten, bei Belastungen über 174240 kg.

	Querbe	wehrung	Bedeutung		P	elastunger	p P in k	7	
Säulen Nr.	Form	Eisen- durchmesser cm	der Werte	un	d die zug	ehörigen $-\delta$ in (Gesamt-V 9/ ₀ · 10 ⁻⁴	erkürzung	en
2			$P - \delta$	180 440 2 468	178 390 2 880	<i>163 870</i> 3 543	<i>143 140</i> 4 359	-	1
3	ge-	0,5	$P = \delta$	183 280 2 378	<i>163 870</i> 3 166	143 140 3 552	_	-	1
5	Ringe		$\begin{array}{c} P\\ -\delta \end{array}$	182 470 2 958	180 440 3 196	178 390 3 319	163 870 4 065	143 140 4 804	d L
6		0,7	$P = \delta$	188 560 2 163	196 680 2 668	192 620 3 542	180 440 4 4 ⁰⁷	163 870 5 134	-
8	-		P $-\delta$	186 530 2 459	184 500 2 746	163 870 3 643	-	-	-
9	um-	0,5	P $-\delta$	195 060 2 124	184 500 2 663	163 870 3 124	143 140 3 413		-
. 11	gehakte Ringe		P $-\delta$	184 700 1 956	194 650 2 522	196 680 2 875	184 500 3 740	<i>163 870</i> 4 587	-
12		0,7	$P - \delta$	186 530 2 033	204 190 2 747	194 650 3 784	184 500 4 294	174 240 4 685	163 870 5 151
14		0,5	P $-\delta$	172 580 2 698	109 940 4 229	-	-	-	-
15	Diagonal-		$P = \delta$	184 500 2 343	172 170 2 951	163 870 3 389	122 400 3 805	-	-
17	Bügel		$\begin{array}{ c } P \\ -\delta \end{array}$	183 280 2 501	178 390 2 796	143 140 3 869	_	-	-
18		0,7	$P - \delta$	153 050 2 747	143 140 3 113	122 400 3 877	-	-	-
19	31.83		$\begin{array}{c c} P \\ -\delta \end{array}$	198 710 2 797	184 500 3 524	163 870 4 035	143 140 4 683	_	-
20		0,5	$P = \delta$	165 950 2 115	163 870 2 517	143 140 2 933	122 400 3 527	101 630 4 938	-
21	Spiralen		$\begin{array}{c} P \\ -\delta \end{array}$	163 870 2 996	143 140 3 635	122 400 4 567	-	-	-
22	opitaten		P δ	204 800 2 290	184 500 3 363	163 870 4 166	143 140 5 185	-	-
23		0,7	$P - \delta$	171 310 2 07 I	163 870 2 491	143 140 3 542	122 400 4 669	-	-
24			$\begin{array}{ c } P \\ -\delta \end{array}$	196 680 2 428	194 650 3 279	184 500 3 463	163 870 4 125	143 140 4 966	-

Tabelle 34.

Festigkeit der Säulen mit quadratischem Querschnitt.

Querschnitt = 30 × 30 cm; Längsbewehrung: 4 Rundeisen von 2 cm Durchmesser. Länge = 1,3 m; Alter: 90 Tage.

	Säule			Querbe	wehr	ung	Belastung	ung Bruchbelastung			
Versuch Nr.	Nr.	ang bei n Zimmer- wärme C ⁰	refertigt mittlerer relativer Luftfeuch- tigkeit ⁰ / ₀	Form	Eisen- durch- messer cm	Längs- abstand cm	beim Beginn der Riß- bildung kg	der Säulen P kg	des zu- gehörigen Würfels P ₁ kg	der Festigkeit Säule zu Würfel $\frac{P}{P_1} \cdot 100^{\circ}/6$	
I 14 30	I 2 3	16 17 22,5	67 68 60	Geschweißte	0,5		172 170 174 240 174 240	172 170 180 440 183 280	209 200 202 500 215 700	82 89 85	
3 13 33 Mitte	4 5 6	19 17 17 19,5 18	62 70 64 65	Ringe	0,7		173 550 196 680 174 240 188 560 186 490	201 350 182 470 196 680	209 130 222 300 202 500 210 500 211 770	91 90 93 91	
7 22 37 Mitte	7 8 9	17 15 15 16	54 53 50 52	Umgehakte	0,5		191 200 174 240 174 240 174 240 179 890	191 200 186 530 195 060 190 930	215 700 201 200 222 300 213 070	89 93 88 90	
5 10 28 11 35 12 Mittel		16 17 18 17	59 76 63 67	Ringe	0,7		174 240 186 730 186 530 182 500	176 730 196 680 204 190 192 530	211 800 222 300 214 400 216 170	83 88 95 89	
8 21 40 Mitte	13 14 15	17 17 20 18	61 48 50 53	Diagonal-	0,5	5	185 520 174 240 174 240 174 240 178 000	185 520 174 240 184 500 181 420	217 000 201 200 215 700 211 300	85 87 86 86	
9 20 42 Mitte	16 17 18	17 18 16 17	55 48 58 54	Bügel	0,7		182 880 174 240 145 800 167 640	182 880 183 280 153 090 173 080	218 300 210 500 197 200 208 670	84 87 78 83	
44 54 58 Mitte	19 20 21	16 24 22 21	59 67 80 69		0,5		174 240 (145 800) 174 240	198 710 (165 950) 174 240	217 000 (144 600) 199 900	92 	
46 56 60 Mitte	22 23 24	17,5 24 21 21	56 77 59 64	Spirale	0,7		204 800 (145 800) 196 680 200 740	204 800 (171 340) 196 680 200 740	210 500 (162 200) 197 200 [203 850]	97 100 [99]	
10 25 48 Mitte	25 26 27	18,5 16 16 17	57 56 80 64	Unbewehrt	-			175 700 179 210 176 730 177 210	210 500 223 600 197 200 210 430	83 80 90 84	

Die Bruchlasten der den Säulen 20 und 23 zugehörigen Betonwürfel sind von der Mittelbildung ausgeschlossen, da sie von denen der übrigen Würfel auffallend abweichen. Die Ursache für diese Abweichungen hat nicht ermittelt werden können. Tabelle 35. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Geschweißte Ringe aus 5-mm-Eisen.

	0-5		145 800	8890 9363 9720 9960 10053	8823 9297 9700 9720	10430 11957 12553 12837 13033	8760 9580 9957 10007
	I • 0/0		98 500	5440 5567 5617 5707 5730	5783 5857 5910 5947 5947	6533 6753 6833 6953 7017	5907 6087 6133 6230 6257
	$-\delta_b''$ in		73710	3883 3987 3987 3987 4027 4057 4057 4057 4057 4057 4057 4057 405	4343 4407 4417 4417 4417 4423 4423 4423 4440 4440 4440	4553 4697 4790 4790 4790 4820 4820 4863 4863 4863 4863 4893 4900	4370 4480 4550 4547 4547 4573 4573 4573 4573 4613
	- gunz		53750	2703 2767 2767 2767 2767 2767 2767 2767 276	3153 3177 3200 3207 3213 3207 3207 3227 3223 3223 3223 3223 322	3160 3257 3257 3257 3257 3329 3329 3329 3329 3333 3333 3333 333	3253 3280 33280 33280 33383 3383 3383 3383
	Verkür		33 330	1560 1577 1590 1600 1603 1607	1897 1903 1913 1913 1927 1927 1930	1837 1850 1880 1893	1953 1960 1987 2007
	ernde		22960	1003 1017 1017 1017 1017 1023 1023	1233 1243 1250 1250 1250 1250 1253 1253	1190 1217 1220 1220 1213 1220	1300 1317 1320 1327 1323 1323 1330
	Fed		12530	467 4470 477 477 477 477	563 573 570 570 580 580	570 587 587 587	663 667 660
	-5	ı kg	145 800	1670 1930 2040 2100 2240	2853 3253 3687 3913 3913	3193 3800 4720 5123 5123	4403 5050 5533 5977 6330 6330
	01 . 0/0	gen ir	98 500	837 883 950 973 973	1253 1343 1400 1450 1500	1147 1220 1303 1353 1397 1397	1427 1570 1720 1803 1897
	$- d_b^{'}$ in	stung	73710	577 583 630 640 643 657 697 707 707	823 910 933 953 953 957 957 997 1020 1037 1027	680 703 710 710 850 850 853 860 890 890 890	743 797 823 890 933 963 963 993 1017 1043 1060
	irzung -	Bela	53750	380 410 420 427 437 437 453 457 457 457	537 573 573 573 593 603 640 640 643 647 667	367 397 417 443 443 487 483 483 480 500 510 527	470 520 533 513 513 513 513 513 513 523 552 557 573
	e Verki	enden	33 330	239 247 260 263 267 273	310 330 347 357 357 350 363	173 193 193 193	200 233 243 243 243
	3leibend	folg	22 960	150 173 180 183 193 197 200	200 217 220 227 240 243 243 250	77 87 93 103 113 113	93 1107 1117 130 130
	-	den	12 530	37 60 70 117 117 120	57 73 97 120 130 130	20 30 30	30 37 37
		bei d	I74240 12	15127	17390		<u> </u>
	· 10-5	1000	145800	10560 11293 11760 12060 12293 12427	11677 12550 13057 13387 13633 13633 13850	13623 15757 16790 17557 18157 18157 18623	13163 14630 15413 15933 169337 16703
0	in 0/0		98 500	6277 6450 6550 6667 6703 6790	7037 7200 7310 7447 7503 7503	7680 7973 8137 8293 8413 8413 8413	7333 7657 7657 7853 8033 8033 8153 8233 8233
	$1 - \delta_b$		73710	4460 4567 4617 4617 4697 4697 4717 4717 4750 4797 4797 4797 4813 4813	5167 5317 5317 5317 5317 5333 5400 5423 5420 5423 5420 5420 5420 5490	5233 5500 5500 5560 5563 5670 5670 5670 55730 5803 5803 5803	5113 5277 5373 5430 5430 5563 5643 5673 5643
0	ürzung		53750	3083 3130 3187 3193 3193 3287 3247 3247 3267 3267 3270 3270 3270 3270 3270 3270 3270 327	3690 3750 3750 3753 3817 3817 3847 3847 3883 38870 3883 3890 33900 33900 33923 3823	3527 3527 3683 3737 3773 3773 3773 3773 3773 377	3723 3800 3847 3847 3847 3897 3897 3897 3897 3897 3897 3897 389
	mtverk		33 330	1797 1823 1850 1863 1863 1887 1887	22207 22233 22283 2283 2283 2283 2283 2293 229	2010 2043 2073 2073 2087 2100 2100	2153 2193 2230 2250 2353 2353
	Gesa		22 960	1153 11190 11197 1200 1220 1220 1227 1227	1433 1460 1470 1477 1490 1493 1493 1503 1507	1267 1303 1313 1313 1323 1327 1337 1337	1393 1423 1423 1443 1443 1445 1465 1467 1467
			12 530	503 527 540 577 577 577 593 600 607	620 647 667 667 690 707 710 713	590 607 617 620 620	683 697 697 703
	Be-	lastungs-	reihe	н 4 8 4 2 6 6 7 1 1 6 6 7 8 6 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1	1 2 % 4 % 0 % 0 0 1 1 1 1 0 % 0 % 0 % 0 % 0 % 0 % 0 % 0 % 0 %	H 2 10 4 20 0 10 0 0 1	H 2 8 4 5 9 0 1 1 0 0 0 1 1
		Ge- messen	The second	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
		Nr		x	2		57

122

Tabelle 35. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

-	· 10-5		o 14580	606 4	3 972	3 1016	0.0	0.0			-			0-	3 7047	0 8133	3 8387	0	2	0						
asten	in ⁰ / ₀		98500	5547	5653	5713	5/1/2	582	2		-				545	5520	5533	5570	559	5590						-
Entla	$-\delta_b$		73710	3897	3973	4003	4010	4050	4057	4073	4103	4103		-)	3/03	4147	4163	4177	4173	4187	4203	4217	4223	4223		
tem	rzung		53750	2673	2727	2743	2780	2763	2797	2790	2783				2940	2990	2987	3003	3017	2993	3027	3030	3030			
isen.	Verkü		33 330	1563	1567	1587	1577	2221	1583	1587	1590	1590		1	1/53	1767	1777	1783	1783	1783	1797	06/1	1803	2140		
wiede mm-E	lernde		22 960	993	983	1027	0701	1020	2101	2101	1020	1023			1153	2011	0/11	1167	1170	1173	1173	1177	1177	1183		
us 5-1	Fee		12530	460	463	466	4/1	483	480	480				101	105	573	573	573	580	577	570	573				
ung u inge al	-5	k g	145800	2190	2563	2793								1	555/	3893	4150									
teiger ßte Ri	01 . 0/0	en in	98 500	940	266	1033	1102	1140						1	1/4/	1577	1057	1723	1777	1817						
Lasts	$-\delta_b$ in	stung	73710	613	633	663	100	730	740	750	750	753		010	516	983	1027	1073	1113	1143	1157	2211	0611	1197		
reiser en : Go	irzung -	Bela	53750	413	439	443	164	480	480	493	507		1.1.1.2	.6.	503	593	033	650	660	200	693	710	713			
ehrung	le Verki	nden	33 330	250	263	2070	287	293	300	307	310	313		287	107	307	313	320	330	340	347	360	360	363		
bel si terbew	3leibend	folge	22 960	100	147	157	103	200	203	213	213	217	1 1	1 20	130	147	170	180	187	791	203	213	220	227		
ons er Qu	I	den	12 530	20	23	27	33	37	37	37					¢.2	40	47	53	63	73	80	27				-
Art de		bei	174240											1	1.1					1						-
gen de ung.	· 10-5		145800	11287	12287	12953	07461								CO711	12027	12537	12917	/							
erung	in $0/0$		98 500	6487	6650	6747	6017	6967	7027					0009	0930	1602	1190	7293	7370	7407	7467					-
nand	$1 - \delta_b$		73710	4510	4607	4067	4722	4780	4797	4823	4853	4857	4867	10101	0100	5130	2190	5250	5287	5330	5360	5393	5413	5420	5433	
Anfa	ürzung		53750	3087	3157	3187	3237	3243	3273	3283	3290	3293		- cose	3203	3503	3020	3653	3677	3693	3720	3740	3743	3750		
b kg	mtver		33330	1813	1830	1860	1863	1870	1883	1893	0061	1903	1903	or or	0000	2073	2090	2103	2113	2123	2143	2150	2163	2170	2170	
209	Gesa		22 960	1093	1130	1102	1203	1220	1220	1230	1233	1240	1247	1 28.2	C071	1313	1340	1347	1357	1370	1377	1390	1397	1410	1410	
auf			12 530	480	487	493	213	520	517	517	212			610	010	013	020	627	643	650	650	650	650			
le 35 (Be-	astungs-	reihe	I	13	3	+ v	0	7	00	6	IO	II			1	3	4	5	9	1	~	6	IO	II	
Tabel	Co.	nessen						n der	Mitte			-	-		-		_	-	am	Tr-1-	Lude					-
	aluä	Nr. I			-	-		1	-	-	-	-		30	-	-	_	-	-	-	-	-	-		-	-

Tabelle 35 (Fortsetzung.) Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen. 123

Tabelle 36. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Geschweißte Ringe aus 7 mm-Eisen.

124

0-2		145800	9683 10457 10890 11087 111240	7653 8043 8267 8337 8440	1	
1 . 0/0 1		98 500	5787 5957 6033 6123 6507	4923 4990 5030 5090	5477 5667 5720 5793 5793	5923 6137 6137 6150 6167
- do ir		737IO	4057 4117 4117 4183 4217 4217 4223 4226 4226 4226 4287 4317 4317 4303	3623 3623 3663 3700 3700 3703 3703 3723 3723 3723 372	3887 3993 4040 4093 4093 4073 4130 4130 4170 4173	4480 4570 4570 4583 4627 4617 4637 4637 4637 4650 4650
- Bunz		53750	2773 2827 2827 2850 2877 2877 2877 2877 2897 2897 22907 29207 29207	2613 2650 2650 2660 2660 2660 2660 2660 2660	2730 2790 2790 2823 2823 2837 2853 2853 2853 2853	3313 3350 3357 3357 3357 3357 3357 3357 335
Verkür		33 330	1597 1627 1630 1637 1643 1643 1647	1547 1553 1563 1573 1577 1577 1577	1567 1610 1623 1617 1623 1623 1623 1633 1633	1950 1993 2010 2013 2013 2017 2017 2017 2017 2017 2037 2037 2037 2037
lernde		22960	1043 1067 1073 1077 1077	1017 1020 1030 1033 1033	1030 1037 1033 1040 1040 1047 1047	1280 1290 1290 1290 1303 1303 1303
Fed		12 530	483 487 507 513 513	483 480 480 487 490 490	487 477 490	590 600 610
-2	kg	145800	2447 2840 3073 3343 3590	2663 3027 3260 3473 3660	1-	I
01 . 0/0	en in	98 500	883 940 990 1027 1073	987 1063 1173 1173 1210	900 930 1010 1033	1460 1533 1620 1703 1780
$-\delta_b$ in	stung	737IO	563 587 587 620 670 673 680 680 680 697	617 647 647 677 690 733 740 753 757 757 770	577 603 627 630 697 697 697 703 710	877 920 980 990 1037 1097 1113 1137 1157
- gunzı	Bela	53750	347 370 383 387 400 420 430 433 437 443	387 413 4140 443 450 460 480 480 490 497	327 360 370 370 370 407 413 447 447 447	500 547 580 580 637 653 653 653 653 693 707 710
e Verkü	nden	33 330	177 193 203 203 210 220 220 220	187 207 217 223 223 223 233 233	197 200 203 213 213 213 213 213 213 223 223 223 22	243 257 267 280 283 283 283 293 300 317 317
Bleibend	folge	22 960	113 120 127 127	107 117 120 127 127	107 113 130 137 143 140 153	117 133 143 157 160 167 180
	den	12 530	43 57 60 70 70	23 37 50 50 50	30 53 67 67	33 43 60 60
5	bei	145800	12 130 13 297 13 963 14 430 14 830 14 830 15 063	10 317 11 070 11 527 11 810 12 100 12 263		1
01 . 0/0		98 500	6670 6897 7023 7150 7150 7330 7330	5910 6053 6150 6300 6363 6363	6377 6597 6690 6827 6900	7383 7633 7757 7853 7947 8043
- de in		73710	4620 4703 4703 4803 4840 4840 4840 4913 4940 4940 4963 4997 5000 5000	4240 4310 4367 4390 4440 4440 4440 4443 4483 4493 4493 4503 4510	4463 4597 4667 4723 4723 4747 4770 4820 4873 4873 4883 4887	5357 5490 5563 5683 5683 5683 5733 5733 5733 5733 5733
- Sunz.		53750	3120 3197 3233 3263 3263 3263 3283 3283 3297 3283 3297 3330 3330 3330 3363 3370	3000 3040 3077 3093 3113 3113 3147 3147 3147 3147 3147 3153 3150 3160	3057 3120 3180 3180 3237 3237 3253 3290 3290 3300 3300	3813 3897 3897 3953 3950 4023 4023 4077 4077 4107 4107
ntverkür		33 330	1773 1820 1833 1847 1847 1850 1850 1873 1893	1733 1760 1780 1797 1803 1810 1810 1810	1763 1810 1827 1830 1833 1840 1847 1860 1863 1863 1867 1867	2193 2250 2277 2293 2300 2313 2330 2343 2353 2353 2355 2355 2355 2355 2355
Gesar		22960	1157 1187 1200 1200 1203 1203 1207	1123 1137 1150 1160 1160 1167	1137 1150 1163 1177 1183 1187 1187 1187 1200 1200	1397 1417 1433 1447 1463 1463 1473 1483 1487
		12530	527 543 577 583 583 583	507 517 523 523 540 540	517 533 540 557 567	623 650 670 673
Be-	lastungs-	reihe	- 2 % 4 % 0 % 0 0 1	1 2 2 3 3 2 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H 2 8 4 2 0 0 0 1 1	H 2 5 4 5 9 6 6 1
	ue- messen		in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	Saule		;			Ул

Tabelle 36. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

	0-2		145800	1	1
ten	0/0 · 1		98 500	5527 5630 5677 5773 5737 5737	5677 5763 5783 5777 5823 5823
ntlas	- δ_b in		73710	3827 3827 3920 3947 3947 3953 3977 3977 3977 3977 3977 3977 397	4150 4297 4297 4333 4333 4367 4433 4387 4387 4387 4387 4387 4387
m E	mg -		53750	2553 2580 2580 2580 2593 2593 2597 2593 2597 2510 2510 2510	2940 3050 3067 3067 3067 3093 3093 3117 3117 3117 3117
rholte lisen.	Verkürz		33 330	1360 1357 1357 1357 1357 1353 1353 1340 1333 1317 1313 1313 1313 1313 1317 1313 1317 1313 1317 1313	1757 1783 1790 1790 1790 1790 1783 1817 1817 1817 1817 1817 1817 1817
rieder mm-F	ernde 1		22 960	847 837 833 833 833 833 833 833 832 797 797 797 777	1173 1173 1183 1183 1183 1183 1183 1183
n pu	Fed		12 530	363 317 320 323 333 333	553 557 567 573 573 573
inge a	-6	kg	145800		
teigeri ißte R	01 . 0/0	en in	98 500	943 1023 1057 11097 1123	2273 2473 2737 2737 2793 2793
Laststeschwe	- δ_b in	stung	73710	663 727 743 770 770 770 8900 800 817 837	1323 1457 1560 1620 1730 1733 1773 1773 1857 1887
eiser en : G	- gunzı	Belas	53750	450 490 530 540 553 570 573 573	690 773 817 867 897 957 957 957 997 1017
ufenw	Verkü	nden	33 330	283 293 310 337 337 337 337 337 337 357 357 357 357	223 240 263 263 283 310 313 323 340 350 357 357
bei st	leibende	folge	22960	153 167 180 190 193 217 227 227 240 240 240	67 83 97 1100 113 120 133 143 143
er Qu	B	den	12 530	10 80 93 103 103 103	++++
es Be		bei	145800	1	X L
tung.	01.0/		98 500	6470 66660 6730 6800 6880 6897 6897	7950 8337 8313 8513 8617 8617 8617 8690
sbelas	δ_b in 0		73710	4490 4587 4647 4647 4647 4773 4773 4777 4777 477	5473 5717 5857 5857 5953 6020 6083 6083 6143 6143 6143 6180 6257 6273 6303
nfang	- gunz	1	53750	3003 3070 3100 3110 3157 3157 3157 3157 3157 3157 3193 3193 3193	3630 3803 3803 3873 3933 3933 4020 4060 4080 4113 4113 4157
). Lä kg A	atverkür		33 330	1643 1650 1653 1667 1667 1670 1670 1670 1673 1673 1673 1683 1683	1980 2023 2053 2053 2073 2073 2107 21170 21170 21170 21170 21170 21170
f 2090	Gesan		22 460	1000 1003 1010 1013 1017 1017 1023 1023 1023 1023 1023	1240 1285 1286 1287 1287 1303 1303 1313 1323 1327 1327 1327 1340
Fortsau			12530	367 397 413 427 433 433 443 443	517 550 573 573 580 583 583
lle 36 (Be-	lastungs-	reihe	2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 1
Tabe	Go	messen		in der Mitte	am Ende
	Canlo	Nr.			20

Tabelle 37. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Umgehakte Ringe aus 5-mm-Eisen.

126

	10-2		145800	I	1	9903 10583 10990 11220 11393	7887 8140 8293 8357 8423 8423
	1 · 0/0 U		98 500	6080 6247 6327 6447 6503	66000 6787 6857 6903 6987 6987	6233 6360 6493 6523 6577 6577	5180 5333 5300 5350 5350
	$-\delta''_b$ in		73710	4197 4297 4310 4353 4383 4383 4370 4413 4457 4457 4457 4457	4947 4980 5030 5047 5047 5067 5117 5117 5117 5103	4397 4517 4550 4597 4590 4590 4637 4637 4637 4633 4637	3833 3883 3910 3917 3917 3917 3917 3917 3923 3937 3937 3937 3937 3947
	- Sunz		53 750	2873 2977 2977 2987 2987 2987 2983 2983 2990 3013	3610 3703 3703 3703 3770 3747 3747 3747 374	3057 3110 3140 3167 3167 3173 3173 3173 3173 3193 3193 3193	2727 2777 2800 2810 2810 2820 2820 2803 2803 2813 2813 2813
	Verküı		33 330	1670 1677 1707 1713 1713 1733 1733 1707 1690 1690 1690	2210 2283 2310 2297 2323 2323 2323 2323 2323 2323 2323	1757 1787 1797 1793 1897 1813 1803 1803	1567 1577 1583 1607 1603 1603 1603
	ernde		22 960	1067 1080 1097	1483 1523 1517 1533 1533	1137 1153 1147 1153	1017 1020 1017 1020
	Fed		12 530	543 540 540 540	713 717 717	537 550 550 550	467 473 480 487
	-5	n kg	145800	I		2053 2773 3133 3337 3597 3597	2483 2800 3077 3233 3273 3273
,	-01 • 0/0	en in	98 500	1127 1210 1307 1353 1390	3817 4207 4520 4773 4920	983 1067 1163 1163 1180	1023 1107 1160 1220 1233
	$-\delta_b$ in	stung	73710	683 740 787 830 833 870 873 883 883 897 923	2150 2397 2547 2550 2650 2697 2697 2803 2840 2840 2907 2907 2907 2953 3023	617 630 630 683 693 723 723 723 723 723 723 723 723 723 737 737	673 703 760 760 793 807 813 813 813 847
,	irzung -	Bela	53750	390 437 443 443 460 460 463 487 517 517 540 543 543	1250 1363 1440 1527 1533 1600 1637 1630 1637 1690 1710 1710	330 353 353 357 400 417 417 453 453 453 453	393 420 467 467 467 473 483 507 520 520 533
	e Verki	e n d e n	33 330	107 113 113 143 143 127 127 153 153 153 153 260 260	430 467 487 520 523 523 550 557 687 687	163 173 183 197 197 197 197	190 207 203 203 203 203 203
	3leibend	folge	22 960	+ 67 77 80 77	220 240 257 253	87 87 1103 1113	107 117 113
	ł	den	98500 145800 12530 22	++++ 3 3 3 0	50 53 53	40 60 60	43 53 60 60
		bei d			1	12 290 13 357 14 123 14 557 14 990 15 390	10370 10940 11370 11590 11797 11947
	0 · 10_2			7207 7457 7633 7800 7893 7993 7993	10417 10993 11377 11677 11907 12133	7217 7427 7590 7687 7757 7800	6203 6340 6460 6523 6583 6607
	δ_b in ⁰		73710	4880 5037 5037 5097 5183 5217 5217 5240 5240 5287 5313 5360 5400	7097 7577 7577 7597 7593 7697 7793 7793 7793 7793 8017 8017 8017 8017 8127 8127	5013 5147 5233 5290 5313 53290 5383 5383 5383 5383 5400 5400 5463 5490	4507 4587 4673 4677 4677 4673 4730 4743 4743 4750 4743 4770 4779 4770
	- gunz		53750	3263 3263 3363 3380 3437 3437 3437 3457 3467 3493 3493 3493 3520 3550 3550 3550	4860 5170 5170 5230 53303 53303 53303 53303 53303 53303 5437 5437 5497 5523	3387 3463 3507 3560 3560 3583 3633 3637 3647 3657 3657 3657	3120 3193 3233 3233 3260 3283 3283 3283 3283 3283 3320 33320 33320 3333 3343 3343
	ntverkür		33 330	1777 1800 1820 1820 1820 1860 1860 1860 1867 1930 1963 1983	2673 2797 2797 2817 2817 2847 2860 2873 2860 2873 2873 2873 2873 2873 2873 2873 2873	1920 1960 1990 1990 2003 2000 2010	1757 1783 1800 1810 1807 1807 1807 1807
	Gesar		22 960	1133 1163 1150 1173 1173	1703 1763 1773 1787 1787 1787	1223 1240 1250 1267 1270	1123 1127 1133 1147 1147
			12 530	543 543 543 543 543	763 753 770 7770	597 593 610 610 597	510 527 540 540 540
	Be-	lastungs-	reihe	н 2 6 4 3 2 2 1 1 1 0 9 8 7 6 6 5 4 3 2 1 1 1	1 2 2 2 3 2 2 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H 9 8 4 20 0 2 9 1 1	H 4 6 4 5 9 7 8 6 9 1
		Gre-	Horean	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	C 1	Nr		;	÷ 0		ç.

Tabelle 37. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

	10-5		145 800	1	ŀ
ten	· 0/0 1		98 500	4713 4847 4847 4897 4920 4920	5777 5903 5950 5977 6657
Intlas	$-\delta_b$ in		73710	3300 3357 3407 3403 3403 3420 3420 3440 3473 3477 3480 3480	4233 4303 4337 4337 4337 4337 4350 4350 4370 4413 4413 4413
em E	- gunz		53 750	2283 2313 2313 2313 2313 2335 2343 2343 2357 2357 2357 2355 2355	3027 3107 3107 3107 3123 3133 3133 3133 3133 3133 3137 3137
Eisen	Verkür		33 330	1303 1327 1343 1343 1343 1343 1343	1837 1843 1863 1867 1880 1880 1877
riede	ernde		22 960	877 877 867 870 877	1237 1243 1243 1243 1243 1263 1263
aus 5	Fed		12 530	413 400 407 427 427	617 617 623 623 630
inge u	-5	k g	145 800	I	I
teigeru akte R	01 - 0/0	en in	98 500	827 857 913 937	1440 1543 1543 1700 1800
Lasts	$-\delta_b$ in	stung	73710	483 503 517 557 557 573 573 617 617 633 647	830 883 930 930 930 930 930 1043 1105 1105 1103 11103 11103
eiser Igen: 1	irzung -	Bela	53750	307 343 353 353 355 355 3550 3550 3550 3553 3550 3553 3555 3553 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 35555 355555 355555 355555 355555 355555 3555555	523 560 580 580 580 580 607 662 662 663 660
ufen w wehrun	e Verki	nden	33 330	197 207 213 213 213 213 223	303 327 337 337 337 347
bei st Querbe	leibend	folge	22 960	107 120 133 143 143 143	183 203 217 230 217 220
ons l der (B	den	12530	30 63 70 80	60 87 1100 1117 1120
es Bet Art		bei	145800	1	1
gen d astung	0.10-5	1111	98 500	5540 5703 5767 5810 5890 5937	7217 7447 7580 7677 7790 7887
gsbela	δ_b in ⁰	1 current	73710	3783 3870 3870 3923 3923 3923 3993 4057 4057 4110 4127 4127	5063 5187 5263 5263 5263 5317 5317 5437 5437 55437 5517 5517 55533 5570
ıgenän Anfan	Sunz	11/10	53750	2590 2657 2663 2687 2693 2693 2053 2053 2053 2050 2060 2060 2060 2060	3550 3687 3717 3717 3717 3717 3753 3767 3767 3767 3767 3767 3767 376
. Lär jo kg	atverkür	10 10	33 330	1500 1557 1557 1557 1560 1567 1573	2140 2170 2197 2203 2203 2217 2223 2213 2233
tzung) uf 200	Gesan		22 960	983 997 1003 1010 1013 1020 1023	1420 1447 1460 1473 1480 1483 1487
Fortse			12530	443 463 477 503 503 513	677 703 740 750 760
lle 37 (Be-	lastungs-	reihe	H 4 10 4 10 0 10 8 6 0 1 1	H 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
Tabe		-e-	macani	in der Mitte	am Ende
		äule Nr-			30

Tabelle 37 (Fortsetzung). Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen. 127

Tabelle 38. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Umgehakte Ringe aus 7-mm-Eisen.

128

Tabelle 38. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

	901		145800	9153	10127	7987 8287 8617 8787 8877 8877	9 040 9 453 9 590 10 100 10 220
	0/0 u		98 500	5680 5830 5953 5987 5987	6233 6467 6530 6530 6630	4993 5083 5137 5173 5173 5250	6050 6163 6273 6337 6337
	$-\delta_b$ i		73710	4043 4097 4163 4160 4183 4200 4203 4203 4257 4257	4470 4530 4593 4617 4647 4647 4653 4683 4703 4703 4703	3573 3593 3637 3637 3637 3637 3637 3697 3707 3707 3707 3707 3707	4450 4513 4587 4587 4590 4657 4657 4657 4657 4653 4657 4653
	- gunzı		53750	2787 2853 2860 2883 2883 2883 2923 2923 2923 2923 2923	3127 3180 3180 3213 3213 3213 3213 3257 3257 3257 3257 3257 3257 3257	2507 2507 2507 2500 2550 2550 2550 2550	3110 3160 3207 3230 3230 3230 3230 32270 32290 32290 32290 32293 3293
	Verkü		33 330	1600 1637 1657 1657 1667 1677	1827 1830 1843 1843 1847 1847 1860	1427 1440 1457 1450 1470 1460 1460	1767 1790 1810 1823 1823 1827 1837 1837
	ernde		22 960	1063 1067 1067 1073	1187 1193 1200 1200	937 943 950 957 953	1133 1147 1157 1157 1160 1163
	Fed		12530	490 510 503 503 503 497	573 577 580 580 580 580	450 463 457 467	537 547 547 547 547
	-5	kg	145800	1940	3453	1563 1967 1967 2063 2107 2107	6137 7390 8020 8543 8857 8857
	01 . 0/0	en in	98 500	833 947 967 987 1000	1227 1390 1497 1557 1607	703 770 813 850 847	2127 2377 2553 2500 2790
	$-\delta'_b$ in	stung	73710	507 557 557 557 610 613 620 640 640 640	647 717 717 733 803 830 837 837 867 877 923	410 447 447 507 507 513 513 551 553 553 553	1117 1233 1303 1407 1447 1447 1477 1533 1670 1670
>	- gunzn	Bela	53750	317 340 367 367 370 387 393 397 407 407 433 430	350 393 393 423 447 463 463 463 463 463 463 513 513 503	240 263 263 287 290 297 297 300 317 313 313	563 647 647 717 717 760 773 800 823 833
	e Verkü	nden	33 330	170 193 200 207 207 207	163 187 197 210 217 213	127 140 140 153 157 157	213 240 250 257 257 277 277 280
	3leibend	folge	22960	97 117 120 130	90 103 110	73 833 90	110 120 130 133 137
	I	den	0 12530	27 30 47 53 60 70	23 33 40 53 57	13 23 40 40	40 47 57 57
,		bei de	174 240	Į.	1	L.	I
	· 10-2		145 800	11093	13580	9550 10117 10583 10850 10983 11117	15177 16810 17610 18643 19077 19510
	, in ⁰ / ₀		98 500	6513 6777 6850 6940 6987 7057 7057	7460 7857 8027 8143 8237 8333 8333	5697 5853 5950 6023 6097 6153	8177 8540 8777 8973 9127 9260
	$g - \delta_l$		73710	4550 4530 4770 4770 4797 4837 4837 4837 4877 4877 4837 4837 483	5117 5247 5327 5410 5450 5450 5483 5483 5483 5520 55570 55590 5657	3983 4040 4140 4187 4187 4203 4203 4230 4230 4263 4263 4263 4263 4263 4263 4263	55567 5747 5890 5997 6087 6153 6153 6153 6153 6153 6350 6350 6350
	sürzun		53750	3103 3193 3227 32250 32257 32257 33257 33253 33553 33553 33553 33557	3477 3573 3553 3563 3637 3650 3750 37720 37730 37730 37730 37730 37733 37730 37733	2713 2770 2770 2770 2770 2810 2810 2857 2857 2857 2873 2877 2877 2877 2877 2877	3673 3807 3897 3897 3947 3987 4067 4067 4005 4005 4107 4127 4127
	amtver		33 330	1770 1830 1857 1863 1863 1873 1880 1880 1880	2017 2017 2040 2053 2053 2053 2073 2073	1553 1580 1593 1610 1617 1617 1617 1617 1617	1980 2030 2060 2060 2097 2113 2117 2117 2120
	Ges		22 960	11160 11180 11187 11203 11203	1277 1297 1303 1310 1317 1317	1010 1020 1033 1043 1043 1047	1243 1267 1287 1287 1300 1303
			12530	517 550 557 557 567 567 567	597 610 620 630 637 637	463 483 493 493 507 507 503	577 590 603 603 607
	Be-	astungs-	reihe	1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	1 5 6 6 1 1 1 1 1 1 1	1 6 6 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H 2 6 4 5 9 6 6 1
		uessen		in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	C	Nr		7	ò	0	ç,

	10-5		145 800	9 003 9 437 9 703 9 857 10 023	8 317 8 750 8 953 9 037 9 197
sten	. 0/0 u		98 500	5543 5680 5723	5400 55513 5507
Entla	$-\delta_b$ i		73710	3950 3950 4033 4043 4063 4107 4113 4137 4137 4137 4177 4177	3993 4057 4057 4057 4073 4127 4127 4127 4157
tem 1	- Bunzı		53750	2767 2767 2823 2887 2860 2863 2873 2873 2873 2873 2873	2873 2873 2913 2913 2940 2943 2957 2957 2957 2957 2957
Erholt Gisen.	Verkü	0.11	33330	1607 1627 1643 1660 1657	1740 1750 1763 1770 1770
wiede mm-1	ernde		22 960	1050	1157
n bui	Fed		12 530	507 500	540 543 543
ung u nge al	5	k g	145800	1800 2030 2263 2393 2543 2543	2037 2313 2550 2737 2873 2873
steiger lkte Ri	0/0 • 10	en in	98 500	740 797 843	817 880 940
Lasts	$-\delta_b$ in	stung	73710	380 383 463 517 517 553 553 553 553 583 603 620 620	417 420 503 557 603 617 630 657 680 677
veiser gen: U	irzung -	Bela	53750	177 223 237 237 237 237 237 237 237 237 2	200 243 260 253 260 253 260 273 370 370 370 370 370 370 370 370 370
tufenv rehrung	e Verki	nden	33 330	73 93 93 90	80 100 107 107 107
bei s uerbew	Bleibend	folge	22 960	10 13	27
tons ler Q		den	12 530	井 0 10	13 13 13
es Be Art d		bei	174 240	15867	14 867
gen de	· 10 ⁻⁵		145800	10 803 11 467 11 967 12 250 12 250 12 253	10353 11503 11773 11773 12263 12263
erung	in 0/0	1.1	98 500	6283 6477 6567	6217 6393 6480
enänd fangst	$g - \delta_b$		73710	4330 4417 4417 4417 4580 4580 4580 4580 4720 4720 4797 4797	4410 4450 4560 4630 4630 4633 4717 4757 4787 4833 4833 4833
Läng Ani	kürzun		53750	2943 3007 3060 3087 3093 3100 3117 3157 3157 3157 3157 3157	3073 3117 31173 3187 3187 3213 3213 32253 32253 32253 32253 32253 32253 32253 32253 32253
g).] jo kg	amtver		33 330	1680 1720 1737 1753 1747 1747 1743	1820 1850 1853 1877 1877 1877 1877 1877
etzun _i f 209	Ges		22 960	1070 1070 1080	1183 1183 1187
Fortsau			12 530	507 510 513	82823 83573 777
le 38	Be-	istungs-	reihe	1 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	H 10 10 4 10 10 10 10 11
Tabel		ssen 1a	-	der itte	de B
		mes		Mi	Er
	Car	NI			5

Tabelle 38 (Fortsetzung). Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen. 129

Tabelle 39. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfanoshelastinno. Art der Ouerbewehrungen: Spiralen aus 5 mm-Risen.

	0_2		145800	8790 9287 9570 9773 9897	7843 8153 8293 8347 8420		1
-	1 . 0/0 1		98 500	5493 5577 5693 5753 5753	55887 55513 55530 55833 5583	5993 6217 6353 6437 6470	4203 4630 4903 5013 5307
1	$-\delta_b^{''}$ in		73710	3903 3973 3973 3990 4037 4057 4070 4077 4087 4087 4087 4083	4190 4240 4250 4267 4267 4263 4280 4280 4280 4280 4280 4270 4257	4170 4260 4320 4320 4343 4343 4447 4447 4447 4447 4443	5520 5623 5723 5723 5773 5773 5773 5773 5810 5883 5883 5883 5887
	- Bunza		53750	2733 2777 2797 2800 2830 2833 2823 2827 2827 2837 2837 28550 28550 28550	3067 3113 3113 3120 3137 3137 3147 3147 3147 3147	2840 2957 2957 2957 2990 3000 3000 3003 3003 3003	4023 4127 4150 4143 4143 4143 4167 4167 4167 4183 4183 4193
	Verkü		33 330	1620 1630 1660 1650 1643 1643	1860 1867 1873 1883 1883 1883 1887	1653 1693 1693 1700 1713 1710 1710 1710 1713 1713 171	2550 2550 2550 2550 2550 2550 2550 2550
	dernde		22960	1043 1043 1053 1057 1067 1067	1220 1237 1233 1240 1240 1243	1080 1097 1103 1103 1103 1103 1103	1617 1627 1647 1647 1657 1657 1657
	Fe		12530	473 487 493 493	573 590 590	493 513 517 517	747 753 770 773
	-5	kg	I45800	1613 1790 1880 1980 2057	3020 3260 3467 3627 3777 3777	1	J
0	-01 • 0/0	gen in	98 500	717 780 793 847 857	1490 1613 1677 1753 1770	1117 1190 1237 1240 1290	4203 4630 5013 5013 5307
	$- \delta_b^{'}$ in	s t u'n g	73710	427 443 463 483 493 503 520 547 560 547	930 1000 1040 1083 1123 1123 1167 1190 1210 1237	633 670 717 717 727 727 757 757 757 757 757 757 800 813 813 813 813 830	2077 2270 2497 2497 2610 2720 2867 2867 2943 2943 2957
	irzung -	Bela	53750	250 270 287 287 287 290 313 317 313 317 313 317 323 323 323	540 570 613 640 660 680 680 697 713 713	347 377 387 387 420 430 430 490 490	11110 1227 1300 1383 1423 1480 1530 1573 1607 1623
D	le Verkî	en folgender	33330	123 143 147 150 163 167	227 257 267 287 287 287	177 177 183 203 200 210 217 227 227 227 233	463 517 517 567 567 600 623 637 640 663
	Bleibend		22 960	80 87 93 93 93 100	127 137 147 150 153 163	90 93 93 97 110 113 113	210 240 253 277 277 287 287 287 287
2m2	_	den	12 530	30 47 50	40 50 53	37 53 53	73 93 100 100
		bei	145 800	10070 11077 11450 11753 11953 11953 12087	10863 11413 11427 11973 12197 12320	I	ŀ
	0. · 10 ⁻⁵		98 500	6210 6357 6470 6540 6610 6657	6977 7127 7223 7297 7297 7353 7400	7110 7407 7590 7677 7760 7853	11723 12577 13100 13403 13667 13667 13950
	δ_b in ⁰		73710	4330 4417 4453 4520 4550 4573 4607 4620 4620 4643 4643 4670	5120 5240 5387 5387 5413 5447 5447 5447 5440 5443 5470 5493 5510	4803 4930 5037 5037 5070 5123 5180 5123 5180 5227 5283 5283 5303 5303	7597 7893 8123 8123 8257 8383 8500 8500 8500 8777 88777 88777 8843
-	- Sunz		53750	2983 3047 3047 3083 3090 3137 3137 3137 3157 3157 3157 3157 3193	3607 3683 3683 3733 3753 3753 3753 37790 3813 3813 3827 3863 3863 3863 3883 3883	3187 3307 3350 3377 3417 3417 3417 3427 3487 3487 3487 3487 3487 3487 3520	5133 5353 5450 55597 55597 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56643 56657 566757 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 567577 5675777 567577 567577 567577 567577 567577 5775777 5775777 5775777 57757777777
	tverkürz		33 330	1743 1773 1773 17800 1800 1810 1817	2087 2123 2140 2157 2157 2170 2173 2173 2190	1830 1870 1873 1903 1913 1913 1920 1927 1927 1940 1933 1947	2920 3017 3057 3157 3157 3157 3157 3180 3203 3203 3203 3203 3203
	Gesam		22 960	1123 1130 1147 1150 1157 1167 1167	1347 1373 1380 1390 1390 1390 1390 1407 1407	1170 1190 1200 1200 1210 1213 1213 1217 1227	1827 1867 1900 1917 1933 1933 1943 1953 1953
			12 530	503 530 540 547 547	613 630 640 643 647	530 567 577 577	820 847 873 873 873
	Be-	lastungs-	reihe	H 4 8 4 9 9 9 1 1	н 9 6 4 20 0 2 8 0 1 1 1 1 6 6 7 8 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	- 1 10 4 50 0 2 0 1 1 1 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	H 6 6 4 50 7 8 6 0 1
		uessen	The second	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
		Nr		ç			41

130

Ta

Tabelle 39. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

Tabelle 39 (Fortsetzung). Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Spiralen aus 5 mm-Eisen.

	0-5		145 800	I	1
	I . 0/0 1		98 500	6173 6333 6467 6493 6493 6517	5607 5700 5727 5727 5773 5773 5773
	$-\delta_b^{''}$ in		73710	4420 4477 4530 4550 4553 4603 4603 4623 4623	4410 44387 44387 4410 4417 44407 44407 44430 44430 44430
	- Sunz		53750	3073 3117 3150 3157 3157 3157 3157 3183 3187 3187 3187 3187 3187 3203	3173 3237 3257 3257 3257 3253 3263 3263 3280 3280 3280
	Verkü		33 330	1780 1800 1803 1803 1823 1823 1823 1823 1823 1830 1823 1823	1993 2040 2040 2043 2057 2050 2050 2053 2050 2057 2057 2050
	lernde		22960	1143 1170 1170 1183 1183 1183 1183 1183 1173 1173 1170 1170 1170	1370 1390 1393 1393 1393 1407 1403 1403 1403 1403 1403 1403
	Fee		12530	537 540 563 563 563 563 567	703 703 703 703 703 703
	-5	ı kg	145 800	1	I
	01 . 0/0	gen ir	98 500	1040 1097 1157 1197 11227 1260	2630 2780 2897 2990 3073 3147
	$-\delta_b^i$ in	stung	73710	650 673 707 733 753 787 810 810 820 827	1683 1813 1903 1973 2023 2067 2113 2113 2115 2115 2173 22173
	rzung -	Bela	53750	363 390 403 437 453 453 473 500 513 513	957 1050 1127 1127 1127 1337 1337 1357
	e Verkü	enden	33 330	167 170 183 190 197 203 223 223 223 223 223 223 223 223 223	370 337 447 447 447 447 507 547 547 547 547
,	3leibend	folg	22 960	50 57 57 57 60 67 67 73 100 117	143 1760 173 187 187 193 200 210 220 233 243 253 253
		i den	12 530	171 771 00	50 53 53 53 53
0		be	145800		1
	0.10-5	4	98 500	7213 7540 7557 7775 7777 7843	8237 8480 8523 8523 8523 8847 9010 9010
0	δ_b in 0_l		73710	5070 5150 5150 5237 5337 5337 5413 5413 5463 5477	5963 6160 6290 6367 6433 6520 6520 6520 6667 66607
D	- Suns		53750	3437 3437 3557 3553 3553 3557 3557 3557	4130 4297 4383 4440 4537 4537 4537 4617 4617 4667 4687
-6	tverkürz		33 330	1947 1970 1970 1987 2013 2023 2033 2033 2053 2053 2063 2063 2063 2063 2063 2063 2063 206	2363 2453 2463 2463 2463 2517 2517 2543 25583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 255583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 2555583 255556 2
	Gesam		22 960	11193 11227 11227 11249 11249 11249 11250 11250 11250 11250 11250 11283	1513 1550 1550 1550 1580 1580 1580 1587 1667 1667 1653 1667 1653 1667 1653 1667
			12530	5553 567 567	730 753 753 753 753
	Be-	lastungs-	reihe	- 9 8 4 90 7 8 6 9 1 3 2	н а 6 4 2 9 2 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
		Ge-	IIICSSCII	in der Mitte	am Ende
		Säule	-INI-		42

Tabelle 39. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

131

9*

Tabelle 40. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Spiralen aus 7 mm-Eisen.

)-5		45 800	8527 9100 9567 9750	10147 11073 11857 11937 12100	1	1
	0/0 . 10		98 500 I	5280 5420 5453 5533 5533	6520 6710 6733 6733 6733 6827 6827	5630 5763 5877 5953 5990 5990	5820 5913 5997 6040 6070
	$- \delta_b''$ in		73710	3770 3820 3847 3847 3897 3897 3897 3897 3933 3923 3933 3943	4797 4857 4857 4923 4953 4963 4963 4963 4963 4973 5000 5000	4013 4090 4137 4157 4157 4200 4210 4263 4263 4263	4330 4390 4417 4417 4423 44423 44470 44470 44470 44473 4473 4473
	- Bunz		53750	2577 2637 2650 2660 2687 2687 2687 2687 2687 2697 2697 2710 2710	3403 3473 3473 3487 3493 35493 35513 35513 35543 35543 35550	2780 2853 2857 2857 2877 2877 2877 2877 2857 2857	3183 3240 3243 3243 3247 3267 3267 3267 3267 3267 3267 3270
	Verkür		33 330	1487 1520 1527 1537 1537	2077 2103 22093 2107 2113 2113	1620 1633 1653 1655 1647 1647 1643 1663 1663	1933 1947 1970 1967 1967 1960 1990 1990
	ernde		22960	983 983 990 990	1383 1377 1397 1403 1407	1040 1047 1053 1043 1050	1210 1230 1250 1253 1253
	Fed		12 530	467 477 477 480	667 680 683 683	473 477 483	563 563
	-5	kg	145 800	1900 2183 2233 2397 2513 2513	5953 7067 7510 7990 8393	1	
	01 . 0/0	gen in	98 500	743 803 837 903 933	1563 1760 1887 2050 2147 2147	913 993 1053 1117 1117	1740 1923 2077 2187 2187 2280
	$-\delta'_b$ in	stung	73710	423 457 483 510 523 533 540 557 577 577 577	847 913 970 970 1017 1043 1067 1087 1120 11120 11140	527 560 577 577 577 620 630 647 667 667 693 713	893 967 1030 1093 1140 1193 1243 1243 1283 1313
	irzung -	1 Bela	53750	237 257 257 257 280 280 280 337 337 337 337 337	487 520 543 580 593 607 637 637 650 650	277 300 330 330 350 357 350 357 350 357 350 357 350 357 357 350 357 357 357 357 357 357 357 357 350 357 350 357 350 350 350 350 350 350 350 350 350 350	487 500 510 557 597 610 640 680 680 697
	e Verki	ender	33 330	120 117 127 127 127	240 253 280 283 283	123 130 133 147 157 157 173 173	230 267 267 200 300 310 310 310
	Bleibend	1 folg	22.960	57 70 77 77	157 183 183 183 177	57 63 80 80	107 120 137 137
		i der	12 530	20 27 33 33 33	80 83 87	8 N N N N N N N N N N N N N N N N N N N	30 30 30
	2	be	145 800 I2	10427 11283 11800 12800 12263 12427 12427	16100 18140 19367 19927 20493 20897	1	1
	-01 . 0/		98 500	6023 6223 6220 6467 6517 6517	8083 8470 8620 8813 8973 9097	6543 6757 6930 7033 7107 7173	7560 7837 8073 8273 8320 8350 8350
	$-\delta_b$ in (73710	4193 4277 4330 4330 4330 4423 4430 44430 44430 44430 44430 44503 4520 4520	5643 5770 5870 5870 5870 5940 5993 6030 6033 6140 6140 6140 6140	4540 4650 4713 4777 4830 4837 4857 4857 4890 4920 4920 4957 4977 4977	5223 5357 5517 5530 5677 5630 5677 5677 5677 5677 5677 5677 5677 567
,	irzung -		53750	2813 2813 2917 2940 2940 2973 2973 2987 2987 3000 3017 3033 3047 3047	3890 3993 4030 4073 4107 4107 4137 4163 4163 4163 4180 4180 4180 4197 4213 4220	3057 3153 3187 3217 3217 3243 3243 3243 3273 3243 3273 3273 327	3670 3740 3753 3753 3853 3877 3877 3877 3877 3877
	umtverki		33330	1637 1637 1653 1657 1663 1663	2317 2357 2357 2373 2387 2397 2397 2397	1743 1763 1787 1797 1797 1803 1810 1810 1837 1840 1847	2163 2213 2247 2257 2257 2250 2290 2290 2307 2307 2317 2317
	Gesa		22 960	1040 1053 1063 1067 1067 1067	1540 1560 1580 1583 1583 1583	1097 1110 1123 1123 1123 1130 1133	1317 1350 1377 1387 1387 1390 1400
			12 530	487 503 510 517 517	747 763 763 770 770	497 503 510 517	580 593 593
	Be-	lastungs-	reihe	H 5 8 4 2 9 0 1 1	1 2 2 3 3 2 2 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 2 2 4 2 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1
	Go	-20	messen	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	Saula	Jaulo	Nr.	43	2		+

132

Tabelle 40. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen,

	0-2		145 800	10553										10610																																									
sten	1 0/0 I		98 500	6410 6627	6683	6793 6880	6957	6973	2269	7000	Innt			7150	7393	7540	7610	7673	7690	7050	1001	0011																																	
cntlas	$-\delta_b''$ in		73710	4493 4610	4657	4707 4730	4737	4760	4783	4707	1614	~ ~ ~		5357	5443	5473	5503	5533	5530	5537	2222	5567	1-00																																
em	- gunzı		53750	3127	3200	3230	3250	3253	3267					3997	4037	4050	4060	4060	4057	4073	Cont																																		
rholt	Verkü		33 330	1817 1843	1867	1863	1867	1867	1873	1882	Cont			2483	2513	2543	2543	.2540	2540	2550	10020	2567	1-1-																																
viede Eisen.	ernde		22 960	1193	1203	1203	I220	I220	1220	1230	1230	2		1617	1633	1650	1653	1657	1650	1650	1667	1001	1663																																
pu I-mm	Fed		I2 530	560	577	573	580	580	580					783	290	783	783	780	793	200	120				_																														
ung u	2	nden Belastungen in kg	145 800	2973										7153																																									
ralen	01 . 0/0		nden Belastungen in	en in	en in	en in	en in	98 500	1027 1073	1120	1157	2611	1230	1247	1200	20061			1880	2053	2173	2283	2370	2433	2523	cuye	2753	CC1-																											
Lasts' n: Spi	$-\delta'_b$ in								73710	610 627	660	680 697	723	727	740	782	Co/			226	1050	2601	1137	1173	1210	1243	00001	1200	26-																										
eiser	irzung -								Belas	Bela	Bela	Bela	Bela	53750	370	420	427 430	450	463	463					610	647	673	200	720	743	747	1+1																							
ufenw	e Verki			33 330	213	227	233	247	257	257	257				313	333	340	353	367	380	387	500	165	160																															
bei st er Que	leibend	folge	22 960	110	137	147	153	153	157	162	163	2		153	167	170	177	187	261	203	010	220	220		-																														
ons Art d	H	den	12 530	27	37	47	63	70	27					30	37	50	57	67	67	73	c/																																		
es Bet ing.		b e i	145 800	13527										17430																																									
gen d belasti	0 · 10 5				98 500	7437	7803	7950 8067	8153	8203	8223	8287	8277	1100		9030	9447	9620	9823	0866	LOIOI	10213	Corot	10300	10537																														
Itangs	- δ_b in ⁰																						The second s	The second s								737IO	5103	5317	5387	5460	5487	5523	5537	2000	0400		6333	6493	6570	6640	6707	6740	6823	6700	6800	6913	2		
kg Ar	- gunzı																																											53750	3497	3620	3657	3700	3717	3730	3737				4607
2090	mtverkü																				33 330	2030	2093	2103	2113	2123	2130	2143	2150	00	1	2797	2847	2883	2897	2907	2920	2937	0667	1962	2963														
zung). auf	Gesa							22 960	1303	1340	1350	1373	1372	1377	1390	1 202	C6C+	1661	1770	1800	1820	1830	1843	1847	1860	1000	1 883	1883	1890																										
ortset			12 530	587	613	620 630	643	650	657	663				813	827	833	840	847	860	863	003	0/0	-		-																														
e 40 (F	Be-	astungs-	reihe	1 0	3	4 v	9	7	00	6	11		12	I	61	3	4	5	9	1-0	0 0	6	II	12																															
Cabell	-Je-	-	essen	-			der		litte	-					-		-	-	am	nde		-	-		-																														
5	lalle		Nr. m	-			in		N			-	. 1	c+	-	-	-	-	-	H	-	_	_	_	_																														
		5 1	4										-	-																																									

Tabelle 41. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Spiralen aus 12-mm-Eisen.

	10 ⁻⁵		145 800	8560 9167 9320 9447 9537	10010 10840 11013 11200 11210		
$Verkürzung - \delta''$ in $0/6 \cdot 1$	• 0/0 u		98 500	5307 5447 5503 5503 5620	6617 6783 6933 6977 6977	5573 5753 5847 5917 5973	5597 5737 5800 5843 5843 5890
	$-\delta''_b$ i		737IO	3757 3843 3890 3907 3937 3943 3943 3943 3963 3990 3990 4013	4983 5090 5137 5147 5147 5193 5207 5213 5227 5213 5213	3933 4090 4090 4083 4150 4153 4153 4173 4173 4173 4190	4193 4263 4297 4297 4333 4333 4350 4357 4357
	- Sunz		53750	2580 2527 2627 2627 2687 2687 2687 2683 2683 2693 2693 2710 2723 2727 2740	3630 3767 3767 3787 3787 3797 3797 3823 3827 3827 3827 3817 3817 3830	2697 2780 2780 2780 2807 2807 2813 2817 2817 2817 2817 2847	2977 3073 3073 3083 3093 3110 3117 3137 3127
	Verkür		33 330	1507 1517 1517 1517 1540 1540 1547 1547 1547 1553 1567	2263 2310 2310 2310 23310 23357 2357 2357 23550 23550 23550 23557 23557 23557 23557 23557 23557 23557	1557 15573 1587 1587 1593 1607 1620	1747 1750 1750 1777 1783 1790
	ernde		22960	990 993 1003 1007 1007	1597 1610 1623 1623 1623	1000 1023 1027 1023 1033 1033 1033	71111 7111 7111 7111 7111 7111
	Fed		12530	483 487 487 487	917 917 920 920	463 497 497	487 503 507
	-5		145800	1667 1787 1953 2110 2213 2213	5090 5540 6003 6313 6317 6317		
	.01 . 0/0	in kg	98 500	527 590 653 663 663	2170 2353 2507 2600 2653 2653	797 850 873 913 930	1523 1687 1687 1753 1800
	$-\frac{d'_b}{b}$ in	en folgenden Belastungen	73710	280 283 303 327 320 340 367 373 383 383	1397 1487 1563 1563 1620 1643 1693 1793 1793 1810 1850	467 480 597 547 553 553 553 553 553 553 553 553 553 5600 600	933 980 980 1037 11093 1110 11120 11150 11170
	irzung -		53750	97 137 140 147 153 180 183 183 163 170	793 907 947 980 1017 1053 1063 1063 1127 1127	310 317 327 327 323 327 327 373 373 373 373 37	587 610 650 680 680 727 727 727 753
	le Verki		33 330	57 	273 280 363 370 387 387 387 387 413 413 427 413 427 437	183 190 197 200 200	277 293 303 310 323 323
	Bleibend		22 960	33 33 33 33 33 33	127 143 147 167 163	87 93 1103 113 123 123 133 143	127 140 150 157 170 177 177 180
		bei d	12 530	13 13 13	40 53 60 63	40 37 33	57 67 67
	1.1		174240	14 360	21400		1
	· 10-5		145 800	10227 10953 11273 11557 11750 11927	15 100 16 380 17 017 17 513 17 513 17 513 17 513 18 263		1
	in $0/_0$		98 500	5833 6037 6167 6243 6243 6283 6323	8787 9137 9373 9533 9533 9533 9533	6370 66370 6720 6830 6903 6930	7120 7357 7487 7597 7597 7690 7727
- d'	$-\delta_b$		73710	4037 4127 4127 4193 4233 4257 4283 4357 4357 4357 4357 4397	6577 6577 6577 6767 6767 6883 6883 6883 6883 6883 68	4400 4597 4597 4597 46597 4673 4700 4773 4773 4773 4773 4773 4807	5127 5243 5350 5390 5390 5390 5443 55443 55470 5527
	ürzung		53750	2677 2810 2810 2853 2853 2853 2893 2893 2893 2890 2910 2910	4423 4507 4713 4760 4760 4803 4803 4887 4920 4943 4970 4993	3007 3097 3117 3117 3140 3180 3180 3187 3210 3213 3213 3213	3563 3563 3773 3773 3813 3813 3863 3863 3863 3863
	mtverk		33 330	1563 1587 1587 1517 1517 1523 1530 1530 1530 1530 1553 1553	2537 2537 2673 2673 2703 2727 2727 2727 2777 2813 2813	1740 1767 1783 1783 1790 1807 1807 1817	2023 2043 2063 2087 2107 2113 2113 2120
	Gesa		22 960	1020 1027 1033 1040 1040 1043	1723 1753 1770 1777 1777 1777 1787 1790	1087 1117 11130 11130 11153 11153 11167 11167 11180	1203 1240 1247 1260 1277 1293 1293 1297 1297 1310
			12 530	490 500 507	957 970 980 990	503 530 530	543 570 573 573
	Be-	lastungs-	reihe	1 2 2 4 3 2 2 1 1 0 2 2 1 1 0 2 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1	1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	1 2 2 2 2 2 2 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	- a m 4 m 0 1/00
		-an	Theen	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	Salo	Nr		ę	2	99	3

134

Tab

Tabelle 41. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.

	g-01		145 80	8563 8923 9113 9287 9387 9387	8043 8370 8537 8670 8733
ten	. 0/0 1		98 500	5397 5483 5543 5603 5627 5627	5423 5463 5487 5517 5517 5510 5510
ntlas	$-\frac{d^{\prime\prime}}{b}$ in		73710	3850 3923 3963 3993 3993 3993 3993 3993 3993	4197 4160 4160 4160 4167 4167 4167 4197 4197 4197
em E	- Bunz		53750	2687 2753 2770 2787 2793 2810 2810 2810 2833 2833 2833 2847 2833 2847 2847	2933 3010 3017 3040 3040 3057 3057 3057 3057 3057 3057 3057 305
cholte	Verkür	12021	33 330	1587 1627 1627 1637 1643 1643 1643 1647 1653 1653	1720 1757 1787 1787 1787 1787 1783 1797 1797 1797 1793 1797 1783
rieden.	ernde		22 960	1040 1050 1053 1070 1053 1057 1057	11123 11133 11143 11153 11140 11147 11153
w pr	Fed		12 530	477 483 597 517 517	5333 5335 5333 53355 53355 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335 53355 5335 53355 533555555
us us 12-	-5		145800	1830 2093 2213 2213 2213 2213 2400	3617 4060 4300 4533 4710
teigert alen a	01 . 0/0	in kg	98 500	783 847 890 930 963	1753 1880 1973 2050 2123 2123
Lasts n: Spin	$- \frac{\vartheta'_b}{b}$ in	tungen	73710	493 547 560 597 597 597 597 603 603 627 643	1133 1220 1267 1307 1307 1363 1420 1420 1430 1490
eiser hrungen	ürzung –	Belas	53750	317 330 340 353 377 3777 3777 387 397 393 397	693 753 797 833 860 870 883 910 927 930
ufenw	de Verki	genden	33 330	197 187 207 210 213 213 213 220 200 200 200 227 227	287 293 317 317 353 353 353 353 353 353 353 353 353 35
bei st ler Qu	Bleiben	en folg	22 960	103 113 120 127 147 153 153	127 147 153 150 180 187 187
ons Art d		bei d	12 530	53 57 60 60	43 57 50 60
es Bet ing.			174240	14127	1001
gen de elastu	· 10 ⁻⁵		145 800	10 393 11 017 11 327 11 513 11 787 11 893	11660 12430 12837 13203 13443 13640
erung	in ⁰ / ₀		9,8 500	6180 6330 6433 6533 6590 6637 6637	7177 7343 7460 7567 77633 7700
Anfa	$-\delta_b$		73710	4343 4457 4510 4553 4590 4670 4677 4677 4677 4677 4717 4733	5210 5353 5427 55473 55473 5567 5567 5567 55687 55687 5707
änge o kg	ürzung		53750	3003 3083 3110 3150 3150 3187 3187 3287 3223 3223 3223 32250 32250	3627 3763 3763 3873 3873 3927 3927 3927 3950 3957 3967 3967 4013 4013
). L f 209	mtverk		33330	1783 1813 1813 1847 1847 1857 1863 1865 1865 1865 1860 1860 1880 1880 1880	2007 2050 2097 2103 2117 2115 2150 2150 2150 2150 2150 22150 22150 22150 22150
etzung	Gresa		22 960	11143 11163 11163 11197 1197 1200 1210 1210 1213 11193	1250 1280 1297 1313 1313 1320 1333 1340 1347
Fortse			12 530	530 540 557 567 580 580	560 580 587 597 593 603
le 41 (Be-	astungs-	reihe	H 4 6 4 5 9 7 8 6 1	H 4 10 4 10 9 10 0 1 1
Tabell	Ge-	lessen		in der Mitte	am Ende
	Säule	Nr. n		I	

Tabelle 42. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Ohne Bewehrung.

	0-2		145800	8047 8323 8827 9070	8290 9117 9000 9213	8137 8657 9070 9140	7917 9093 9400 9460			
0.10^{-5} Bleibende Verkürzung $-\delta_h'$ in $0/_0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Verkürzung $-\delta_h''$ in $0/_0 \cdot 1$	1 - 0/0 T		98 500	5200 5303 5323 5323 5427 5427	5180 5260 5293 5293 5293 5400 5400	5137 5207 5277 5317 5327 5327	5297 5380 5447 5447 5593 5507			
	$-\delta_b^{\prime\prime}$ iı		73710	3733 3793 3793 3850 3863 3863 3863 3880 3880 3910 3910 3910 3933 3933	3710 3767 3827 3827 3827 3827 3827 3827 3840 3840 3870 3870 3877	3677 3697 3760 3765 3767 3777 3777 3813 3813 3823 3823 3840	3740 3757 3817 3817 3817 3817 3833 3883 3880 3883 3887 3907 3907			
	- gunz		53750	2667 2667 2690 2700 2700 2700 2710 2710 2710 2710 2740 2743 2743	2643 2677 2690 2697 2697 2687 2687 2687 2687 2703 2703 2703 2717 2713	2577 2640 2640 2665 2665 2665 2665 2665 2667 2657 2657	26600 26500 2650 26550 2667 2667 2667 2667 2667 2667			
	Verküı		33 330	1507 1543 1553 1557 1557 1580	1593 1603 1610 1610 1623 1623	1537 1553 1553 1563 1563 1583	1557 1573 1587 1587 1583 1593 1593 1600			
	lernde		22 960	1007 997 1013 1010 1013 1023	1050 1057 1057 1060 1063 1063	990 1017 1017 1020	1030 1047 1047 1043			
	Fed		12530	480 490 490	523 517 517	480 487 480 483 487 487	493 497 493 493 493			
	-5	kg	145 800	2803 3227 3557 3813 3813	2690 2750 3347 3567 3567	2537 2983 3137 3433 3433	2660 3050 3243 3470			
	01 . 0/0	en in	98 500	1080 1147 1227 1220 1330	1103 1180 1253 1307 1350	963 1090 1163 1217 1270	1080 1217 1293 1347 1407			
	$-\delta'_b$ in	stung	737IO	640 660 707 773 773 773 773 773 810 833 840 863 863	657 693 723 760 790 823 830 850 863 863 883	543 617 657 663 700 713 737 737 767 767	620 690 710 737 780 797 827 853 853 853 853			
	irzung -	Bela	53750	273 293 317 343 343 343 393 410 443 443 443 443 443 470 493	297 330 347 347 347 417 417 417 457 457 487 497 510	340 343 367 367 373 380 400 413 423 427 427	387 400 413 413 453 457 467 467 470 493			
	e Verki	nden	33330	110 133 147 150 150	137 150 160 173 163	150 173 177 190 200 190	183 200 210 223 227 227 227			
	Sleibend	folge	22960	23 53 60 70 70	53 67 88 80 90 90	113 117 117 120	117 127 130 133			
	I	bei den	12 530	0	+10 13 13	20 37 53 60 60	37 53 67 70			
			145800	10850 11883 12383 12883	10980 11867 12347 12780	10673 11640 12207 12573	10577 12143 12643 12930			
	0.10-5		98 500	6280 6450 6550 6683 6757 6810	6283 6440 6547 6677 6750 6793 6793	6100 6297 6440 6533 6597 6677	6377 6597 6740 6840 6913 6997			
	δ_b in ⁰		73710	$\begin{array}{r} 4373\\ 4453\\ 44557\\ 4593\\ 4593\\ 4643\\ 4673\\ 4720\\ 47780$ 47780\\ 47780 47780\\ 47780 47780\\ 47780 47780\\ 47780 47780\\ 47780 47780 47780\\ 47780	4367 4460 4550 4593 4627 4663 4690 4720 4720 4720 4753 4797	4220 4313 4387 4467 4467 4467 4490 4550 4583 4590 4583 4590 4583	4360 4527 4527 4573 4573 4613 4613 4573 4710 4710 4710 4740 4740 4763			
	- gunz		53750	2883 2960 3007 3043 3043 3043 3043 3093 3107 3153 3153 3153 3153 31220 3220 3223 3243	2940 3007 3037 3037 3037 3110 3110 3110 311	2917 2983 3007 3040 3040 3043 3043 3040 3043 3040 3043 3040 3043 3040 3043 3043 3077 3090 3103 3117 3130	2987 3040 3063 3087 3087 3107 3120 3133 3150 3150 3150 3150 3167 3180			
	ntverkür		33 330	1650 1677 1700 1707 1707 1730 1720	1730 1753 1770 1783 1787 1787	1687 1727 1733 1753 1753 1753 1773 1773	1740 1773 1797 1807 1807 1820 1827 1827			
	Gesan		22 960	1030 1050 1073 1077 1083 1093 1099	1103 1123 1137 1143 1143 1143 1153 1150	1103 1130 1133 1140 1147	1147 1173 1177 1177 1177 1177 1180			
			12530	480 483 487 487 487	533 530 533 533	- 500 523 543 550 550	530 557 563 563 563			
	Be-	lastungs-	reihe	H 5 8 4 2 9 0 1 1	1 2 % 4 % 0 % 1 1 1 0 % 1 % 1 % 1 % 1 % 1 % 1 %	- 7 % 4 % 9 % 6 0 1 1	H 4 & 4 20 0 28 0 1			
		Ue- messen	Incenti	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am. Ende			
		Nr			64	47				

Tabelle 42. Längenänderungen des Betons der achtseitigen Säulen.
Tabelle 42 (Fortsetzung). Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten

auf 2090 kg Anfangsbelastung. Ohne Bewehrung.

	10-5		145 800		
	. 0/0 ui		98 500	5530 55723 5723 5723 5723 5723 5723 5723 572	5003 5103 5103 55163 55163 55163 55163 55190 55233 55240 55250 55250
	$-\delta_b$		73710	3950 3970 4097 4097 4113 4137 4140 4143 4137	3673 3670 3753 3755 3755 3757 3783 3783 3790
	irzung		53750	2770 2823 2823 2847 2847 2847 2857 2857 2857 2857	2677 2683 2703 2703 2703 2703 2703 2713 2713 2713 2713
	Verkü		33 330	1377 1373 1386 13860 1360 1360 1440 1440 1440 1663 1663 1663	1553 1597 1597 1597 1597 1600 1600 1617 1617 1617 1617
	dernde		22960	843 843 833 833 8337 8337 8337 823 823 823	1033 1040 1040 1043 1043 1044 1040 1040
	Fe		12 530	370 370 367 367 367 367 370 370 370 370 370 370 370 370 370 37	493 497 503 503 503 503 503 503 503 503 503 503
-	-5	l kg	I45800	1	
0	01 . 0/0 1	gen in	98 500	1207 1290 1370 1447 1510 1580 1533 1623 1653 1703	1077 11253 11227 1227 1327 1323 1333 1333 1440 1440 1440
	δ^{-i}_{b} in	stung	73710	667 760 8303 813 8870 910 910 933	617 727 727 743 743 760 743 807 882 8827 846
	ürzung	Bela	53750	383 453 467 467 467 510 520 520 520	357 357 357 357 423 443 477 477 477 490
0	le Verk	nden	33 330	273 303 303 317 317 313 317 343 243 243 243 257 260 260	170 180 180 190 193 207 217 217 217 220 220 220 220 220 220
	Bleibend	folge	22 960	167 197 207 207 210 237 237 233 237 233	67 83 83 83 83 83 83 103 1107 1107 1107 1107
0		den	12530	77 90 93 93 93 93 93 93 93 93 93	$+ + \frac{13}{300}$
D		bei	145 800	1	• 1
	01.0/		98 500	6737 6970 7197 7197 7360 7513 7513 7557 7557 7557 7550 7650	6080 6357 6355 6440 6571 6677 6677 6777 6777 6790
	δ_b in ⁰		73710	4617 4730 4910 4927 4927 5000 5003 5033 5033 5033 5033	4290 4457 4457 4457 4547 4540 4540 4610 4637 4637
	Bunz.		53750	3153 3217 3273 3273 3273 3347 3347 3347 3347 334	3033 3077 3103 3157 3157 3157 3157 3157 3157 3157 3203 3203 3203
	atverkür		33 330	1650 1690 1697 1697 1723 1723 1923 1923 1923 1923	1723 1763 1777 1777 1777 1777 1777 1777 177
	Gesan		22 960	1010 1023 1023 1043 1047 1047 1067 1060 1060 1060	11100 1117 11173 11173 11143 11143 11147 11150 11153 11153
			12 530	447 453 453 453 453 463 463 463 463 465 465 465 465 465	507 503 503 503 503 503 503 503 503 513 513 513 513 513 513 513 513 513 51
	Be-	lastungs-	reihe	- 8 8 4 9 9 7 8 8 7 9 9 9 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	н 6 6 4 6 0 6 8 7 6 6 6 4 7 8 6 7 8
		Ge-	Incesti	in der Mitte	am Ende
		Säule	.INI		¢ ∞

Tabelle 43. Vergleich der Längenänderungen des Betons am Ende und in der Mitte der Säulen.

138 Tabelle 43. Längenänderungen des Betons am Ende und in der Mitte der achtseitigen Säulen.

Achteckige Säulen: 28 bis 45 und 65 bis 67 bewehrt, längs mit 8 Eisen von 1,4 cm Durchmesser, Abstand der Querbewehrungen = 3 cm. Tabelle 43 (Fortsetzung). Vergleich der Längenänderungen des Betons am Ende und in der Mitte der Säulen.

atverkürzung δ_b in $0/_0 \cdot 10^{-5}$ Bleibende Verkürzung δ'_b in $0/_0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Ver	auverkur	50	262	181 194 209 195	239 231 296	1663 1847 2150 1887	2813 2120 22200 2378	(1557) 1817 1883 1883 1850	1780 1827 1843 1817	1720 1773 1923
b in $0/0 \cdot 10^{-5}$ Bleibende Verkürzung δ'_0 in $0/0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Ver	o Sunz	3 330 53 750	00 3883 10 5850 20 4687 33 4807	7 3193 7 3527 3 3740 2 3487	7 4220 3 4840 9 4346	3043 3353 3737 337 8	4993 3923 4020 4312	(2917) 3233 3256 3242	3230 3180 3210 3210	3243 3130 3410
Bleibende Verkürzung δ'_b in $^0/_0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Ve	q	73710 98500 1458	5510 7400 123 8920 13950 6663 9010 7031 10120	4670 6657 1201 5347 7853 5477 7843 5165 7451	6177 9097 208 5823 8350 6913 10537 174. 6304 9328	4520 6517 124 4983 7173 135 5593 8377 135 5032 7356	7110 9363 1821 5590 7727 1360 5707 7700 1360 6136 8263	$\begin{array}{c} (4397) \\ 4807 \\ 4807 \\ 4733 \\ 4733 \\ 6637 \\ 118 \\ 118 \\ 118 \\ 118 \\ 118 \\ 128 \\ 118 \\ 128 \\ 118 \\ 118 \\ 128 \\ 118 \\ 128 \\ 118 \\ 128 \\ 128 \\ 118 \\ 128$	4797 6793 127 4790 6997 129 4637 6790 4637 6860	4820 6810 128 4633 6677 125 5083 7650
e Verkützung δ'_b in $^0/_0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Ve	ei den folg	00 12530 22960 3	20 53 163 100 287 53 253 69 261	87 50 100 53 113 0 117 84 110	97 87 177 30 137 30 73 220	27 33 77 27 27 80 27 77 163 46 107	63 63 163 67 180 40 60 187 63 177	27) (13) (33) (33 143 93 60 153 47 148	80 13 90 30 70 133 30 107 33 107	83 <u>3</u> 70 73 60 120 93 233
δ_b' in $0/0 \cdot 10^{-5}$ Federnde Ver	genden Be	3330 53750	287 717 663 1623 547 1377 499 1239	167 323 233 490 253 513 218 442	283 663 310 697 397 747 330 702	127 337 173 413 260 463 187 404	437 1140 323 767 390 930 383 946	-13) (170) 200 373 227 397 214 385	163 510 227 493 2203 498	150 493 190 427 260 527
~5 Federnde Ver	0. 10 10 10 10	73710 98500 I.	1237 1770 2957 5307 2210 3147 2135 3408	560 857 3 830 1290 1290 827 1260 1136	1157 2147 1313 2280 1290 2753 1253 2393	577 933 713 1117 783 1300 691 1117	1850 2653 1217 1800 1490 2123 1517 2192	(383) (663) 600 930 643 963 622 947	883 1350 857 1407 840 1497 860 1418	863 I330 767 I270 933 I703
dernde Vei	i in kg	45 800 12 530 2	3777 590 773 688 1	2057 493 	8393 683 	2513 480 	6317 920 	$\begin{array}{c} 2213) \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	3567 517 3470 493 	3813 490 3433 487
1 ×		2960 33330	1243 1887 1667 2570 1407 2060 1439 2172	1667 1643 1103 1713 1183 1820	1407 2113 1253 1990 1663 2567 1441 2223	990 1537 1050 1667 1230 1883 1883	1623 2367 1117 1790 1153 1800 1298 1986	1007) (1567) 1023 1620 1060 1653 1637	1063 1623 1043 1600 1047 1617 1051 1613	1023 1580 1020 1583 827 1663
ürzung δ_b'' in	nr ^q o Sunzin	53750 73710	3147 425 4193 588 3290 4430 3543 485	2853 408 3030 447 3203 463 3203 463 3029 4396	3550 500 3270 448 4083 556 8634 502	2710 394. 2927 426. 3267 479. 2968 433.	3830 524 3133 435 3083 419 3349 459	(2740) (401 2847 419 2847 407 2847 413	2713 387 2677 390 2713 3790 2701 385	2743 393 2690 384 2877 414
0/0 · 10 ⁻⁵	01 . 0/	08500 I4	7 5583 8 5307 5793 8 5561	8 5753 9 6470 6517 8 6247	6827 12 6070 10 7 7730 10 6876 10	8 5533 9 5 5990 7 7067 10 6197	6977 11 5590 8 6126 8	3) (5620) (9 5973 8 5627 9 1 5800	7 5507 9 5250 9 5250 8	3 5427 9 5327 9 3 5900

Tabelle 43. Längenänderungen des Betons am Ende und in der Mitte der achtseitigen Säulen. 139

Tabelle 44. Längenänderungen der achtseitigen Säulen, gemessen zwischen den beiden Druckplatten bis 174.240 kg Belastung. Leizte Beobachtingen nach wiederholtem Re. und Fuhlarten (e. Tab. 22 bis 23)

Bleihende Verkürzung in %. 10-4	den folgenden Belastungen in kg	2 5 3 0 2 2 9 6 0 3 3 3 3 0 5 3 7 5 0 7 3 7 1 0 9 8 5 0 0 1 4 5 8 0 0	37 77 109 189 251 320 559 18 42 65 126 216 314 728	29 70 111 203 280 367 676 8 28 63 95 173 249 334 654 7	39 78 121 196 265 356 681 74	222 58 100 169 252 326 491 68		$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	31 63 103 188 260 345 564 89 52 103 154 256 345 463 780 84	27 41 68 117 177 224 570 66	28 55 00 155 225 290 052 /5 19 34 57 101 140 168 425 67	25 43 71 124 181 230 549 69	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	25 67 104 174 243 336 577 92 36 90 135 227 312 401 671 88	31 72 107 190 277 384 808 76	27 78 125 207 280 390 097 93 65 121 167 247 359 532 927 105	41 90 133 215 307 437 811 93	4 11 38 113 184 258 567 107 25 56 85 110 208 280 485 60	29 77 128 197 267 344 641 75	19 48 84 153 220 294 564 84	28 67 97 175 240 319 613 80	04 124 103 274 341 419 004 92
Geeentverkiirzung in %, 10-4	Commenter and a 10 to be bei	30 22960 33330 53750 73710 98500 145800 174240 12	9 226 333 542 741 976 1621 1899 9 192 293 506 749 1047 1982 2425	5 225 335 565 786 1057 1800 2177 1 4 214 320 538 759 1027 1801 2167 2	3 232 344 549 757 1033 1789 2057	0 207 321 522 720 965 1575 2031 0 199 311 519 733 970 1500 1783	0 213 325 530 737 996 1621 1957	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	o 226 332 543 739 1008 1729 2078 3 6 261 381 619 840 1153 1959 2351 1	3 177 261 447 654 944 1749 2149	4 203 305 507 713 909 1777 2143 6 175 264 438 609 801 1483 1783	4 185 277 464 659 905 1670 2025 2	9 267 389 633 859 1132 1831 2088 5) (242) (363) (570) (821) (1158) (2042)	6 232 335 543 757 1027 1655 2075 3 249 362 588 808 1079 1743 2082 3	6 226 327 547 778 1083 2018 2423	6 264 396 613 837 1149 1918 2860 9 300 413 624 869 1255 2106 2774	4 263 379 595 828 1162 2014 2686 4	1 195 293 501 704 949 1665 1925	4 233 358 562 761 1004 1693 1939	2 209 318 522 720 969 1641 1945 1	8 225 323 521 720 975 1705 -	6 297 428 040 822 1058 1090 -
Ouerbewehrung	Form Besser	cm 125	0.5 8	- ge- 10	Ringe	6 2.0	10	0,5 15	um- 12	Ringe	0,7 10	94	12	11 Cto	10	Spiralen 0,7 12 16	13	II	I,2 10	10	IO	unbewehrt 15

140

-

Tabelle 44. Längenänderungen der achtseitigen Säulen.

Tabelle 45. Längenänderungen der achtseitigen Säulen, gemessen zwischen den Druckplatten, bei Belastungen über 174 240 kg.

	Querb	ewehrung	Pedentung		т	Palastunga	n D in h	-	
Säulen		Eisen-	der		I die ana	selastunge	n r in k	g Joslatinnun a	
Nr.	Form	durchmesser	der	un	a ale zug	senorigen	Gesamt-v	erkurzung	en
		cm	werte			- 0 in 0	/0 · 10-*		
28			P	194 650	206 010	194 650	184 500	174 240	163 870
20			$-\delta$	2 7 8 3	3 447	4 274	5 192	6 312	7 546
20		0.5	Р	186 730	180 440	174 240	163 870	-	-
		0,5	$-\delta$	3 7 4 1	4 541	5 180	6 6 3 4		_
20	ge-		Р	194 240	184 500	174 240	163 870	153 510	-
30	schweißte		$-\delta$	3 9 2 6	4 0 2 6	5 776	7 133	[8 851]	-
21	Ringe		P	204 800	214 530	215 960	212 910	204 800	
31	Tringe		$-\delta$	3 082	4 6 3 4	[6 023]	[7 030]	[8 961]	
22		0.7	P	203 790	202 770	200 740			
5-		0,7	- δ	4 031	[6 589]	[8 076]			
22			Р	225 090	225 700	225 090	223 060	216 970	
55			$-\delta$	3 7 8 5	[5 124]	[5 525]	[7 211]	[8 114]	
24			P	165 290	159 730	153 510			
34			$-\delta$	3 0 9 8	4 104	4 942			
35		0.5	P	174 240	181 170	184 500	174 240	163 870	_
		0,5	$-\delta$	2 6 2 3	3 773	4 670	5 8 3 8	7 1 50	
26	1110-		Р	194 040	184 500	174 240	_	_	_
30	cohalita		$-\delta$	3 546	4 7 2 4	5 7 2 1			
27	Diane		P	203 790	209 050	204 800	_	2	
57	Kinge		$-\delta$	3 9 1 5	5 1 10	7 804			
38		0.7	Р	191 400	200 740	203 380	202 770	_	_
		0,7	$-\delta$	3 197	4 4 5 3	5 2 3 9	[7 052]		
20			Р	194 650	210 880	214 940	212 910	210 880	_
39			$-\delta$	2 476	3 898	5 572	7 060	7 723	
10			P	204 800	205 410	200 740	194 650	184 500	
40			$-\delta$	3 084	3 641	4715	5 423	6 584	
41		0.5	Р	162 000	159 730	153 510	151 430	_	_
		0,5	$-\delta$	2 672	3 2 3 9	3 8 2 1	5 511		
42			Р	194 650	190 590	184 500	174 240	_	
			$-\delta$	3 540	4 563	5 763	6 872		
43			Р	200 330	210 070	206 820		_	_
	- A		$-\delta$	4 350	7 748	10 188			
44	Spiralen	0.7	Р	177 740	191 000	192 420	190 590	_	_
			<u>-δ</u>	3 5 1 7	6 7 2 4	7 935	II 722		
45		the first and	P	184 500	188 560	189 780	191 000	192 620	
			$-\delta$	4 974	6 27 1	6 985	[8 059]	[9 266]	
65			P	204 800	230 370	293240		_	-
			δ	2 7 3 6	4 101	8 701			
66		1,2	Р	204 800	235 240	255 690	-	_	_
			<u>- </u> δ	2 898	5 2 2 8	6 8 9 6			
67			P	204 800	224 080	245 440	_	-	_
			$-\delta$	2 653	3 669	6 361			

	mes
	rch
	Du
	cm
	P.
	I
	VOI
	ndeisen
en.	Run
IUI	00
200	0
Igen	hrun
selt	ewe
nts	osh
ac	në,
der	-
SIT	ADE
BK	To
Sti	0
H.e	1
	Alte
4	
elle	un .
(ab)	T
	änge
	-
	10 0
	100

sser. Querschnitt =

wehrung	Bruch-	dehnung º/0	23,8		200	24,3	in so in		23,8	1 20 1		24,3			16,3	0.00	00	14,3	The P		17,6			1	
. Querbe	ıgen m	Bruch	4330			4040			4330			4040	-		4940			4800			4490			1	
Eisen für	Spannur kg/qc	Streck- grenze	3050			2870			3050		2870		3800			3930				3400			1		
Verhältnis	der Bruchbe- lastungen,	unbewehrt = 100 gesetzt	112,0		123,1	No. 1 No.		109,60			119,8			114.5		115,2			213,5			100			
Verhältnis-	Festigkeit Säule zu Würfel	$\frac{F}{P_1} \cdot 100$	93 98 07	96	100	105	103	(82)	93	93	94	95 100	96	95	89	92	106	96	IOI	175	173	174	62	80	81
lastung	des zu- gehörigen Würfels	P_1 kg	222300 190500 201200	204670	215700	215700	209070	201200	202500	204730	222300	215700 214400	217470	217000	(144600) 218300	217650	197200	(102200) 201200	199200	214400	217000	214400	222300	223600	216130
Bruchbe	der Säulen	P kg	206010 186730 194240	195660	215950	225700	215140	(165320)	194040	191610	209050	203990 214940	209330	205410	(162010) 194650	200030	210070	(192420) 192620	201350	375240	376240	373120	174850	179420	062471
Relecting	beim Beginn der	Rißbildung kg	194650 174240 174240	181040	174240	145970	I55390	145800	174240 145800	155280	145800	174240 194650	171560	174240	145800 145800	155280	174240	145800	155280	204800	145800	191900	145800	145800	145800
rung	Längs-	abstand cm				15 . 27						~	0											1 1	-
e w e h	Eisen- durch-	messer cm	0,5			2.0			0.5			0,7			0,5			2.0			1,2			1	
Querb	D	LOIH	f	ge-	schweißte Ringe	Dâmivi			g	-mn	gehakte	Ringe					,	<i>u</i>	Spiralen					i	unbewehrt
e	efertigt nittlerer relativer	Luft- feuchtigkeit	58 70	59	50	69	63	53	54 64	57	76	60 63	66	59	67 63	63	58		68	67	68	12	50	56	53
Säul	ang bei r	Limmer- wärme C ⁰	19 20 10 5	200	20	17,5	18	15	19.5	18	17	22.5 18	18	16	24 16.5	19	16	24	20	19.5	16,5	C:/1 I8	15	16	-2 I 8
	Nr		28 29	tel	31	32	tel	34	35	tel	37	38	tel	40	41 42	tel	43	44	tel	65	99	tel	46	47	tel
	Versuch		39 .	Mit	41	63 63	Mi	23	24 .	Mit	29	31	Mit	45	55 64	Mit	43	57	Mit	69	70	Mit	38	26	Mit

.

142

Tabelle 46. Festigkeit der achtseitigen Säulen.

Tabelle 47.

Ouerdehnungen der Säulen, gemessen am Beton, bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung.

9-0		204 800	1750	1	1	1508 1532 1583
0/0 . 1		145 800	1052 1068 1082 1088 1103 1103 1103 11105 11105	855 912 970 987 997 1008 1022 1033 1042	1017 1030 1050 1058 1058 1058 1058 1073 1073 1073 1088	822 848 868 895 895 907 918
δ" in		98 500 1	680 687 685 685 685 688 692 695 695	490 493 493 497 497 498 500 502 503 503 507	625 633 633 633 642 645 645 645 645 645	455 463 486 483 485 485 488 488
mg		73710	488 497 502 505 498 498 498 497 498	303 315 322 322 328 328 328 328	$\begin{array}{r} 448 \\ 453 \\ 453 \\ 455 \\$	253 267 268 2683 2683 280 280 287 287
dehnu		53 750	338 342 345 345 345 347 347 347 347 347 350 350 350	165 173 177 182 182 187 187 187 187 190	307 308 310 317 317 317 317 317 317	108 120 127 127 128 130 130
Quer		33 330	200 197 197 197 197 197 197 197	62 63 67	175 178 182 180 180 178 178	+12 18 18 20
ernde		22 960	130 130 132 130 130 130 128	2 2 2 2 3 1 8 2 8 8 2 2 3 3 1 8 8 8 8 9 1 9 1 8	112	/1 00 00
Fed		12530	65 63 63 63 63	++++	<u></u>	
10	1 kg	204 800	490 580	1	1	620 782 923
01 - 0/0	gen ir	145 800	113 143 157 157 170 197 203 210	+ 79 + 110 139 155 170 170 187 199 210 220 230	123 160 173 195 212 225 225 238 243 252 252 252	142 173 198 218 228 245 257 268 268
δ' in	tun	98 500	23 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 33 3	-47 -440 -339 -339 -337 -332 -	+ $+$ 113 $ 113$ $ 113$ $ 113$ $ 113$ $ 113$ $ 113$ $ 113$ $ -$	45 55 55 57 60 60 62
gunt	3 e l a s	73710	++ ww r w u u u u u			20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 2
uerdehr	den H	53750	10 10 10 10 11 10 11 11 11 12 11 12 11 12 11 12 11 12 11 12	2	2222222 5222222 5222222 5222222 522 522 52 5	10 10 10 12 13 13
nde Q	gen	33 330		3333	31 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	000
Sleiber	n fol	22 960		15 -15 -12	173	000
H	den	12530	4 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2			0000
	bei	204 800	2330	1	1	2128 2413 2508 2508
g-01		174 240	1773	1609		1492
· 0/0 · ni	-	145 800	1165 1212 1238 1258 1258 1290 1313 1327 1322 1327	934 1077 1125 1158 1158 1158 1158 1207 1232 1232 1254 1272	1142 1190 1223 1252 1252 1270 1270 1288 1298 1298 1313 1313 1313 1313	963 1022 1067 1098 1123 1142 1163 1187 1187 1202
8-8		98 500	700 713 715 715 715 715 715 725 725 728 732 732	434 455 455 455 455 455 455 455 470 470 474 475	633 645 652 653 653 668 667 668 667 672 672	500 513 527 535 545 545 550 550 550
hnung		73710	492 505 505 500 500 500 500 500 500 500 50	255 264 264 275 275 275 275 274 274	435 438 440 437 437 437 4437 4437 4443 447 447	273 288 288 293 307 307 307 310 312 312 312
luerde		53750	335 335 335 335 337 337 337 337 337 337	130 135 137 140 140 142 142 142	287 288 292 292 292 292 292 292 292	115 130 135 137 137 140 140 143 143
samto		0 33 33	1885 1875 1875 1877 1877 1877 1877 1877	5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	158 158 158 158 158 148 148 148	202 20 20
Ge		0 22 96	125 123 123 123 123 123 123 123	+++	97 93 90	
_	-	1253	277 8 8 8 8 8 8 9	1111	22382 3822 3822 3822	
Be-	lastungs	reihe	H 0 0 4 20 0 10 0 0 0	1 1 2 2 4 2 9 7 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 6 6 4 5 0 7 8 0 1 1	H 0 0 4 50 1 28 6 0
Lage	der Meß.	strecke	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
Art	der	Be- N vehrung st	um- gehakte Ringe	aus 7-mm- Eisen	unbe-	wehrt
	Säule	Nr.	49	20	21 13	53

Tabelle 47. Querdehnungen der Säulen Reihe B, Tab. 1.

143

Tabelle 48. Längenänderungen der Längseisen bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Art der Querbewehrungen: Umgehakte Ringe aus 7-mm-Eisen.

	-5		204 800	13217	1				
	01 • 0/0		145 800	8590 8707 8913 8950 9017 9167 9167 9183	9388 9605 9738 9967 9967 10017 10017 10102 10102 10102 10192	8493 8777 8880 8993 9087 9087	9703 9847 9853 9917 9987		
	$\delta_e^{''}$ in		98 500	5780 5870 5943 5943 5983 6030 6040 6040 6053 6053 6073	5945 6027 6077 6112 6125 6140 6168 6197 6197 6198 6198	5513 5553 5653 5640 5640 5640 5680 5733 5733 5740	6647 66643 66643 6667 6573 6610 6573 6593 6593 6593 6577		
	ng		73710	4623 4667 4497 4420 4387 4387 4387 4387 4397 4423 4423 4423	4315 4349 4392 4402 4423 4423 4423	4060 4103 4140 4163 4163 4177 4193 4190 4200 4200	5210 5157 5143 5143 5117 5117 5033 5093 5063 5063 5063 5063 5063 5057		
	rkürzu		53750	3057 3000 2953 2953 2953 2953 2953 2940 2917 2917 2917 2907	3035 3062 3090 3090 3102 3112 3112 3125	2907 2933 2950 2947 2947	3893 3860 3840 3843 3843		
	le Vei		33330	2127 2097 2097 2090 2097 2067 2067 2057 2053	1789 1795 1812 1812	1743 1763 1767 1770 1770 1783 1783 1777 1777	2383 2373 2373 2363 2363 2363 2365 2365 2365		
	ederno		22 960	1510 1577 1487 1503 1503 1480 1483 1483	11164 1175 1175 1175 1174 1184	1177 1177 1183 1183 1180	1640 1623 1617 1603 1607		
	F		0 12 530	833 853 793 853 813 783 783 783	500 559 565 565	593 593 600	893 877 870		
	-2	k g	204 80	1693	- 1	1	1		
	01 . 0/0	n in	145800	487 703 863 993 1093 1207 1230 1287	979 1057 1152 1177 1185 1225 1225 1287 1287 1298 1318	923 1017 1083 1120 1167			
	de in 6	unge	98 500	-150 - 150 - 100 - 100 - 37 + 43 + 43 + 73 - 110 - 110 - 110 - 110 - 110 - 1150 - 150 -	518 540 554 554 564 574 574 574 598 607 624 633	450 477 517 517 557 557 553 583 583 583	-730 -777 -847 -847 -857 -913 -920 -913 -950 -950 -950		
	- Bu	elast	73710		342 357 374 385 387 402 402	263 283 287 307 307 340 340 343 343 343 343 343 343 343 357	-430 -503 -503 -577 -577 -577 -577 -627 -627 -650 -600		
0	erkürzu	en B	53750	$\begin{array}{c} -300 \\ -313 \\ -320 \\ -320 \\ -337 \\ -3$	222 234 250 250 262 262 262 262	157 177 183			
	nde V	g e n d	33 330	-190 -213 -230 -253 -253 -277 -273 -273 -273 -273	133 142 149 150	83 83 87 97 97 100			
	Bleibe	folg	22 960		82 95 107 107	50 53 60			
1		den	12530	-13 -20 -37 -43 -47 -47	37 50 49	27 33 33	~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~		
		bei	204 800	14910	37	1	1		
-	-2		174 200	12243	13820	1			
	01 . 0/0		I45800	9077 9410 9777 9943 10110 10277 10423 10470 10470	10367 10662 10890 110890 11152 11152 11325 11325 11389 11538 11510	9417 9460 9963 10113 10253 10330	8637 8717 8707 8753 8827 88827 8883 8883		
	de in		98 500	5630 5770 5907 5987 6073 6113 6113 6113 6180 6180 6180 6223 6223	6463 6572 6637 6679 6679 6679 6714 6803 6803 6803 6805 6863 6863 6863	5963 6050 6137 6157 6157 6237 6237 6237 6323 6323	5917 5817 5817 5817 5817 5817 5817 5660 5660 5660 5643 5643 5570 5570		
	- Bu		73710	4313 4397 4210 4210 4107 4107 4140 4140 4147 4113	4657 4715 4768 4787 4787 4825 4825 4824 4824	4323 4387 44467 44467 44467 44517 4533 4533 4533 4563 4577	4780 453 4590 4540 4497 4447 4447 44413 44400 4380 4380 4357		
0	erkürzu		53750	2757 2687 2687 2683 2683 2683 2593 2593 2593 2580 25593 2557 2557	3257 3257 3330 3330 3340 33362 33370 33370 33373 3388 33888 33887	3063 3103 3127 3127 3130 3140	3650 3570 3490 3453 3453		
	esamtv		33 330	1937 1883 1887 1840 1843 1843 1843 1790 1780 1783 1780 1770	1922 1937 1960 1970	1823 1847 1853 1860 1870 1870 1877 1883 1877 1883 1877 1890	2280 2250 2223 2223 22207 22200 2200 2197 2203 2203		
	GG		22 960	1400 1360 1360 1343 1323 1323 1323 1323 1313	1245 1259 1272 1270 1280 1280 1280 1285	1223 1227 1230 1240 1240 1240	1610 1573 1573 1540 1540 1543 1543		
			12530	820 773 813 740 773 737 727	537 604 608 614 615	620 627 633 630	897 883 867 867		
	Be-	lastungs-	reihe	H 4 6 4 50 7 8 6 0 1	н 6 6 4 20 0 2 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 0 1 1 1 0 1	1 2 2 4 2 2 2 1 1 1 0 0 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	H & & 4 20 0 2 1 1		
		-9D	Incont	am Ende	in der Mitte	in der Mitte	am Ende		
	Säule Nr. m			49	50		'n		

144 Tabelle 48. Längenänderungen der Längseisen in den Säulen Reihe B, Tab. 1.

2		204 80	1	879 905 932	1069	9820 1004
01 . 0/		145 800	6757 6973 6973 6973 7043 7043 7070 7150 7150 7150 7150 7150 7150 7150	5767 5860 5933 5953 6017 6033 6033 6033	6770 6880 68997 7090 7097	6757 6827 6893 6997 6997
f' in C		98 500	4377 4457 4453 4453 44500 4500 4503 4503 4540 4540	3720 3767 3767 3767 3760 3780 3780 3780 3800	4390 4437 4457 4487 4487 4503 4503	4550 4550 4557 4557 4593 4620
- 50		73710	3217 3250 3255 3255 3255 3255 32253 32253 32253 32253 32253 32253 32253 32257 32229 32257 32229 3220 32229 3220 3220	2713 2713 2713 2713 27730 27730 27740 27747 27747 27747 27747 27747	3203 3213 3247 3247 3247 3257 3257 3257 3273 3273 3273 3273 327	3363 3373 3373 3407 3410 3410 3413 3413 3423 3423 3423 3423
kürzun		53750	2267 2297 2313 2313 2327 2330 2330 2330 2330 2330 2330 233	1893 1910 1923 1917 1917 1913 1913 1917	2240 2280 2297 2293 2299 2290 2290 2290 2290 2290 2290	2380 2410 2410 2423 2423 2437 2437 2437 2437 2440 2447 2447
le Ver		33 330	1357 1373 1370 1370 1370 1370 1373	1120 1123 1123 1130	1327 1333 1340 1340 1343 1343	1397 1403 1413 1413 1423
edernd		22 960	890 910	730 733 723	880 880 880 883 883 883 883	913 917 920 923 930
F		12530	450 450 453 453 453	357 353 353 353	427 423 420	443 443 443
-cr	k g	204 800	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	1990 2303 2560 2560	2537	25870
_0I · 0	n in	145800	1330 1453 1563 1563 1687 1687 1757 1757 1863 1863 1893 1893	853 953 1007 1057 1093 1117 1117 11130 11223	1067 1190 1337 1413	1107 1223 1337 1353 1423
6 in 0/	ınge	98 500	667 697 737 770 787 8817 8817 8843 860 8867 887	473 487 503 537 540 543 560	583 670 687 700	650 697 743 770
6 - 8	last	73710	383 403 427 427 487 487 497 533 533 533 543	293 313 327 327 327 333 333 357 357	371 397 400 407 423 423 423 453 453 453	423 453 453 473 500 500 510 530 530
rkürzun	n Be	53750	233 250 257 267 267 267 283 283 283 283 283 287 3 287 3 287 3 287 287 287 287 287 287 287 287 287 287	187 200 207 217 217 217 220 223	203 210 217 230 247 253 263 263 263 270 273 287 287 287	247 267 290 300 303 313 313 323 323 323 323 323 3240
de Vei	ende	33 330	107 1110 1117 1120 1127 1140 1147	63 70 83 83	93 113 120 130 127	120 137 153 153
leiben	folg	22 960	70 73	47 43 43	43 50 60 63	50 57 73 73
H	den	12530	20 23 33 30 30	1772	13 20	13 13 13
	bei	204 800	for a large	10787 11353 11887	13570	12630
-2		174 240		8660	10123	9880
01 • 0/0		145800	8087 8537 8537 8537 8690 8757 8853 8920 9003 9120 9120 9120	6620 6813 6813 6940 7020 7110 7150 7257 7307 7307	7837 8070 8300 8427 8510 8530 8530	7863 8050 8230 8420 8420 8427
d _b in		98 500	5043 5140 5193 5233 5233 5233 5347 5347 5347 5363 5347 5363 5347 5363 5347 5363 5347 5363 5347 5363	4193 4227 4227 4297 4333 4333 4333 4333 4377 4377	4973 5057 5127 5173 5173 5203 5203 5203	5173 5247 5300 5357 5357 5357 5390 53403
- Bu		73710	3600 3653 3653 3690 3733 3733 3733 3757 37820 3820 3837 3840	3007 3017 3040 3057 3057 3073 3073 3073 3073 3103 3117 3117	3577 3610 3647 3647 3670 3670 3707 3707 3727 3727 3740 3740 3740 3740	3787 3827 3857 3857 3850 3913 3913 3913 3913 3933 3953 3953
erkürzu		53 750	2500 2547 2547 25570 2593 2603 2603 2613 2627 2627 2627	2080 2110 2130 2133 2130 2137 2137 2137 2147 2160 2160	2443 2513 2513 2513 2553 2553 2553 2553 255	2627 2677 22677 2700 27700 2773 2773 2773 2777 2777 2
samtve		3330	1463 1483 1487 1490 1500 1510 1517 1523	1183 1193 1203 1213 1220	1420 1447 1460 1470 1473 1473	1517 1540 1557 1577 1577
Ge		2 960 3	960 977 983 983	777 7770 7770	923 930 947 950 950	963 973 997 997 003 003
		12 530 2	470 473 483 483 483 483 483	363 353 370 377 380 380	433 440 4440 443	457 457 457
Be-	astungs-	reihe	н 9 6 4 7 6 7 8 0 0 1 1 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1	н и к 4 v 0 r 8 001	I 2 2 2 2 2 2 2 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
50	nessen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte	am Ende
- Carlo	Nr. 1		21 21	53		+0

Tabelle 49. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Ohne Bewehrung.

Tabelle 49. Längenänderungen des Betons in den Säulen Reihe B, Tab. 1. 145

Tabelle 50. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

Anfanosbelastung. Art der Ouerbewehrungen : Ilmoehakte Ringe aus 7.mm-Fisen

146

	5		204 800	11633	1	1
	0.10		145 800	8133 8400 8530 8533 8667 8653 8853 8853 8817 8817	7717 7717 7980 7983 8123 8123 8123 8240 82263 8313 8313 8313 8313	7347 7560 7627 7700 77780
	b ⁿ _b in 0		98 500	5450 5497 5547 5537 5537 5537 5537 5537 5627 5627 5627 5637	5017 5097 5133 5150 5163 5163 5163 5233 5233 5233 5233	4813 4877 4940 4927 4910 4950 4950 5000 5017
	lg, — d		73710	3983 3963 4040 4077 4077 4077 4107 4103 4103	3663 3697 3733 3750 3773 3773 3773	3507 3543 3567 3567 3563 3560 3620 3620 3620 3620
	rkürzur		53 750	2800 2823 2853 2873 2877 2877 2877 2887 2887 2887 288	2580 2633 2633 2653 2650 2650 2667	2467 2510 2517 2527 2527
200	de Ve		33 330	1643 1657 1657 1657 1673 1673 1673 1683 1683 2023	1523 1523 1540 1547	1423 1437 1450 1440 1453 1457 1457 1457
	Federn		22 960	1077 1093 1080 1087 1097 1097	987 983 990 997 997	913 927 923 927 940
			12530	517 527 533 533 537	473 467 477 480	417 427 427
ch)—5	in kg	204 800	6667 6360	1	1
	0/0 • 10	gen	145 800	2033 2333 2503 2503 2503 2503 2503 2913 2013 3073	970 1117 1117 11130 1137 1187 1187 1187 11240 1250 1250 1257	927 1013 1083 1140 1140 1163
	δ_b^i in	stun	98 500	947 1017 1067 11067 1147 1147 1177 1177 11203 11203	520 537 557 557 559 590 520 620 640 650	493 520 520 523 553 607 607 617 627 627
ADDIO	- Su	3 e l a	73710	623 690 703 727 747 747 747 750 763 777	347 380 390 393 410 410	313 347 350 350 387 387 387 397 397 410
Smo	rkürzu	len]	53750	420 447 470 470 470 483 493 503 503 517 523	217 233 237 257 267 267 267 263	227 233 230 227 227
	de Ve	gend	33 330	233 247 277 277 287 287 307 307 303 313 320	127 140 147 147	100 117 117 117 133 137 140 147 147 150
	leibend	fol	22 960	100 107 140 150 173 180 183	80 93 100 103 103	60 63 73 83 83 83
	B	den	12530	50 57 63 63	27 47 53 53	37 37
- Aug		bei	204 800	17300	1	1
	2	ANNI-	174 240	13833	11250	1
	01 . 0/0		145 800	10167 10733 110733 11033 11267 11433 11567 11810 11810 11890 11930	8687 8917 8910 9100 9253 9317 9457 9457 9457 9563 9563 9563 9567 9517	8273 8573 8573 85710 8840 8840 9030 9030
9	δ_b in		98 500	6397 6513 6613 6680 6680 65777 6830 6830 6830 6830 6920	5537 5690 5690 5753 5753 5753 5860 5867 5887 5913	5307 5397 5460 5480 5517 5580 5613 5643 5643
	- Bui		73710	4607 4753 4780 4797 4797 4797 4823 4823 4823 4823 4880 4880 4880 4917	4010 4077 4123 4143 4193 4193 4183 4200	3820 3877 3913 3943 3943 3963 3990 4003 4017 4017 4017 4040
9	erkürzu		53750	3220 3270 33270 3323 3360 3370 3370 3370 3370 3370 3403 3403 340	2797 2840 2870 2890 2890 2917 2917 2917 2937 2937	2693 2747 2753 2753 2760
	esamtv		33 330	1877 1903 1927 1940 1963 1980 1990 1997 1997 2013 2013	1650 1663 1687 1693 1703	1523 1553 1567 1573 1590 1597 1603 1613 1613 1613
	9		22 960	1177 1200 1200 1220 1220 1220 1280 1287 1287	1067 1073 1083 1087 1093 1100 1100	973 990 997 1010 1017 1020
		-	12 530	567 597 597 593 600 603	500 513 533 533 533	443 453 463 463
	Be-	lastungs- reihe		н « « 4 УУ Ф 6 0 1	1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 0 0 0 1 1 0 0 0 0 0	H 0 6 4 10 0 10 0 0 1 1
		messen		am Ende	in der Mitte	in der Mitte
	Säule	Nr.		49	20	51

Tabelle 50. Längenänderungen des Betons in den Säulen Reihe B, Tab. 1.

	r Raumteil	
'n.	H	
atte	ng	
cpla	chu	
uck	mis	
Dr	ton	
u	Be	
de	·· o	
hen	d 5	
iscl	un	1
MZ	49 al.	
u	ab.	10
SSS	Sma	
me	() lage	
ŝ	cen.	
'n	Zu	:
ihe	Ente	
Re	umt	
en	e- u Rai	
iul	1 B(
S	f 2	
der	rholau	
u	ede	
nge	wi Zem	
eru	ach	
pu	50	
enä	tun	
ng	ach	-
Lä	eob	
	e B	
2	etzt	
belle	sg]	
Tab	0 1	0
	80	-
	145	
	Bis	

1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1			rement at	11 Z 2 IV		negenneen	law lat.	1			
	Querbewehrung				Verkü	rzung — δ	in 0/0 · 10-	4	a part of the part		
Säulen Nr.	Form messe	1- Bedeutung			bei den	folgen	den Bel	astunge	n in kg		
	Cm	Werte	12 530	22 960	33 330	53 750	73710	98 500	145 800	174240	204 800
50	umgehakte		140	258	353	514	652 650	887 887	1268	1429	1691
Mittel	Ringe	Gesamt-	126	231	327	495	656	853	1318	1493	1835
53 54	unbewehrt	Verkürzung	107 76	199	282 231	436 378	584 518	764 691	1210 1076	1379 1243	1661 1527
Mittel			92	178	257	407	552	728	1143	1311	1595
50 51	umgehakte 0,7		69 20	118 51	152 88	211 146	255 228	320 304	458 484	.1	1
Mittel	Kunge	Bleibende	45	85	120	179	242	312	536	1	-
53 54	unbewehrt	Verkürzung	41 19	68 35	93 53	142 91	186 127	² 34 168	405 294		1
Mittel			30	52	73	117	157	201	350	1	-
50	umgehakte 0,7		71 92	140 153	201 213	303 330	398 432	525 584	765 889	I.	1
Mittel	IAInge	Federnde	82	147	207	316	415	535	827		+
53 54	unbewehrt	Verkürzung	66 57	132 122	189 178	295 286	399 391	531 524	806 782	I	1
Mittel		and a second	62	127	184	291	395	528	794	1	
	nmaehakte	Belastung kg	215 960	230 170	246 460	235 240	204 800	184 500	163 870		1
50	Ringe 0,7	Gesamt- Verkürzung	2618	1985	2684	3255	3716	3381	4008	-	

Einfluß fetterer Beton-Mischung auf die Festigkeit der Säulen und den Wirkungsgrad der Bewehrung. Tabelle 52.

148

Länge = 1,3 m; Längsbewehrung; 4 Rundeisen von 2 cm Durchmesser; Alter = 90 Tage. Säulen mit quadratischem Querschnitt von 30×30 cm.

	Verhältnis der	Festigkeit Säule	$\operatorname{zu}_{\overline{P}}$ Würfel $\frac{P}{\overline{P}} \cdot 100$	0/0	83	88	95	89	83 80	90	84	88	84	80	84	81	83	80	81
	lastung	des	Würfels P ₁	kg	211 800	222 300	214 400	216170	210 500	197 200	210 430	284 500	291 900	270 400	282 270	290 600	290 600	299 300	293 500
	Bruchbe	der	Säulen P	kg	176730	196 680	204 190	192 530	175 700	176 730	0Y2 771	251 180	246 460	215 960	237 870	234 220	239 900	238 480	237 530
	Belastung	beim Beginn	der Rißbildung	kg	174 240	186 730	186 530	182 500	I			204 800	204 800	174 240	194 610	1	238 260	204 800	[221 530]
	ng		Langs- abstand	cm	1/11/1		5	7.00	- Marris		A State		L	0			1 - Mar		
	rbewehru	Eisen-	durch- messer	cm			0,7	102		unbewehrt			r 0	160			unhewehrt		
	Quei		Form		11 11	umgehakte	Ringe	11 A A A					umgehakte	Ringe					
2	Zusammen-	setzung	setzung des Betons			and a strange	I Tement	Jun	aur 4 Kiessand					I Zement	anf	TI IT: Land	Z*/2 INICSSAIIU		
	Ð	bei mittlerer	relativer Luft- feuchtigkeit	0/0	59	76	63	99	57	50 80	64	57	63	70	63	69	62	20	67
	Säul	angefertigt	Zimmer- wärme	C0	16	17	18	17	18,5	10	17	19,5	17,5	17	18	18	16	20	18
-			Nr.		10	II	12	el	23	20	el	49	50	51	el	52	53	54	el
	1000	uch r. Nr.			and the second s	the second se		-		_		-	-	-	4		the second se	the subscription of the local division of th	1.5

Tabelle 52. Einfluß fetterer Beton-Mischung.

Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangs-Uchte Gäuber- Meteriolenerschrift — Son Vermenerschrift — 152 and Art der Onerheuchnungen Stürche aus 7 mm.Fisen Tabelle 53.

10 ⁻⁵		145 800	1	1	9693	10940
. º/º u		98 500	5450 5533 5657 5687 5687 5687	6860 6997 7193 7200 7247	6107 6183 6287 6330 6417 6417 6417	6160 6250 6350 6453 6453 6453
$-\delta_b''$ i		73710	3857 3927 3940 3967 3967 4003 4003 4037 4037 4037	5287 5280 5253 5253 5255 5257 5257 5257 5287 5287 5287 5303	4240 4297 4357 4463 4463 4463 4443 4443 4443 4443 444	4330 4377 4447 4447 44507 44503 4503 4503 4507 4520 4520 4540
- Bunz		53750	2647 2710 2710 2749 2740 2750 2750 2757 2757 2757 2757 2757	3727 3827 3827 3827 3827 38250 3847 3860 3873 3873 3873 3873	2917 3000 3003 3030 3053 3047 3047 3047 3047 3053 3063 3063 3063 3097	2983 3043 3060 3073 3073 3077 3073 3073 3073 307
Verkül		33330	1530 1550 1550 1570 1570 1570	2197 2257 2267 2267 2277 2297 2297 2297 2300	1723 1733 1747 1747 1763 1763	1727 1743 1747 1747 1757 1770 1773
ernde		22 960	997 1013 1023 1007 1007	1453 1465 1467 1470 1470	1117 1140 1133 1133 1133	1090 1110 1127 1123 1133
Fed		12530	467 473 480 480	670 680 680 680	527 547 557 557	503 503 510 523
2 2	kg	145800	1	1	4610	8687
01 . 0/0	en in	98 500	817 897 923 963 1007	3087 3417 3613 3613 3803 3950 3950	1047 1113 1167 1227 1227 1237 1313	1817 2033 2183 2183 2363 2443 2640
$-\delta_b^i$ in	stung	73710	497 503 560 560 560 560 620 610 630 630	1703 1827 1947 2020 2100 22160 2247 2247 2247 22297 22297 22333	587 637 637 670 707 707 797 797 810 813	813 910 910 1027 1027 1057 1057 1057 11100 11400 11193 11253
ürzung -	Bela	53750	300 310 333 347 360 370 370 370 370 370	957 1030 1167 1167 1237 1237 1257 1257 1257 1257 1257 1313 1313	343 360 360 380 380 403 423 440 450 440 450	457 457 550 553 577 577 577 577
le Verki	nden	33 330	163 167 177 187 173 173 187	407 457 473 473 473 473 493	170 183 200 210 210	180 207 230 230 233 233
Bleibend	folge	22 960	107 110 133 137	223 247 263 270	83 93 117 120 123	93 100 117 117 113
	den	12530	60 60 60	80 93 107 107	33 40 40 40	27 333 333 33
	bei	145 800	I	-1	14270	19627
g-01 · 0		98 500	6267 6430 6580 6693 6693 6760	9947 10413 10807 11003 11197 11363	7153 7297 7453 7557 7653 7730 7843	7977 8283 8533 8713 8897 9030 9220
δ _b in 0/		73710	4353 4430 4500 4520 4540 4640 4640 4640 4663 4673 4697	6790 7273 7273 7273 7273 7273 7243 7487 7583 7583 7583 7627	4827 4933 5027 5110 5167 5177 5177 5220 5220 5220 5330 5340	5143 5287 5523 5563 5563 5563 5643 5643 5643 5643 564
- Bun		53 750	2947 3020 3043 3043 3087 3093 3107 3107 3120 3127 3120 3127 3183	4683 4857 4933 4990 5050 5083 5117 5140 5187 5187 5260 5220	3260 3360 3383 3433 3453 3453 3453 3470 3477 3513 3533 3540 3540	3403 3500 3550 3550 3617 3617 3630 3630 3630 3630 3703 3717 3733
tverkürz		33330	1693 1727 1727 1733 1737 1743 1743 1747 1770	2603 2693 2750 2750 2750 27750 27750 27750 2793 2793 2793 2803	1893 1917 1943 1953 1973 1977	1907 1950 1967 1987 2000 2000 2010
Gesam		22 960	1103 1123 1123 1133 1140 1140 1143 1150	1677 1697 1713 1713 1740 1747	1200 1233 1253 1253 1257 1260	1183 1210 1243 1240 1240 1240 1240
		12 530	510 533 543 543 543 543	750 787 787 787 787	560 597 597 597	530 543 557 557 557
Be-	lastungs-	reihe	H 11 16 4 10 10 10 0 0 1 1	H 4 6 4 10 0 10 0 0 1	- 0 6 4 20 0 20 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
0	Ge-	messen	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
	Säule Nr. me Okr. Me O				2	00

Tabelle 53. Längenänderungen des Betons der hohlen Säulen, Reihe C.

149

o kg	10-5		145 800	Ļ	1
209 mm-F	· 0/0 1		98 500	6077 6283 6403	6307 6497 6593
n aui aus 7	$-\delta_b^{'}$ iı		73710	4213 4273 4373 4470 44463 44463 44470 4537 4537 4550	4623 4720 4853 4853 4853 4853 48853 48853 48853 48853
laste	- gunz		53750	2893 2967 3000 3020 3033 3033 3053 3053 3053	3283 3283 3383 3383 3407 3447 3447 3447 3450 3450
r Ent	Verkür	1	33 330	1673 1707 1707 1703 1719 1717 1717 1713 1723 1723 1723 1723 1733 173	1963 2007 2007 2017 2017 2017 2017 2020 2020
olterr	ernde		22 960	1083 1110 11110 1113 11103 11103 11113	1287 1313 1313 1313 1313 1313 1320
erbew	Fed		12530	527 530 5330 527	600 613 607 613 613
ler Que	2	kg	145800	É	1
ng un	01 . 0/0	en in	98 500	1037 1103 1130	2483 2783 3013
eigeru 37 qcn	$-\delta'_b$ in	stung	73710	613 667 707 747 747 753 783 783 813 813	1210 1333 1450 1450 1653 1650 1737 1737
Lastst tt = 5	ürzung -	Bela	53750	373 407 450 450 450 470 473 473 473	657 717 757 757 757 757 757 883 837 853 877 900
eiser] erschni	le Verk	nden	33 330	137 140 153 163 183 183 183 190 190 213 237 247 253 253 253	287 297 320 330 347 353 353 353 353 357 407 427 427 427 430
	Bleibend	folge	22 960	60 63 77 90 90 90	153 167 170 193 193 197
es Betons bei stu nitt = 821,5 qcm, K	I	den	12530	17 233 233 27	73 73 73
	ung — δ_b in $^{0/0} \cdot 10^{-5}$	bei	145800	1	Ι
			98 500	7113 7387 7567	8790 9280 9607
gen d uersch			73710	4827 4960 5080 55160 5516 5317 5335 5335 5335 5335 5335 5335 5335	5833 6253 6253 6450 6450 6560 6610 6677 6677
derun			53750	3267 3273 3413 3413 3413 3487 3487 3487 3487 3587 3587 3583 3583 3583	3940 3940 4100 4140 4253 4263 4263 4283 4283 4283 4330 4330 4350
genänd en : Mat	ntverkür		33 330	1810 1847 1857 1857 1907 1907 1917 1927 1983 1983 1983 1987 1987 1987 1987 1987 1987	2250 2327 2327 2327 2347 2347 2347 2359 2359 23597 23470 24440 24443 244440 24443 244450 244450 24450 24450
Län e Säul	Gesar		22 960	1143 1173 1180 1190 1193 1200 1203 1203 1203	1440 1463 1463 1500 1503 1507 1517 1520
ung). Hohl			12 530	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	653 673 680 680 690
Fortsetz astung.	Be-	astungs-	reihe	H 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
le 53 (lgsbela		Ge-	Incescin	in der Mitte	am Ende
Tabel		Säule	-INI		22

150 Tabelle 53 (Fortsetzung). Längenänderungen des Betons der hohlen Säulen, Reihe C.

Tabelle 54. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Hohle Säulen : Materialuuerschnitt == 821.5 ocm. Kernouerschnitt == 711 ocm. Art der Ouerbewehrungen : Spirale aus 7 mm-Eisen.

	0-2		145 800	9340 10050 10383 10540 10750	10067 11023 111447 111447 111867 11867	1	1		
	0/0 . 1		98 500	5713 5853 5917 6027 6050	6507 6657 6853 6870 6870	6923 7213 7310 7427 7517	6813 7137 7253 7343 7450		
	$-\delta_b$ in		73710	4037 4130 4163 4213 4213 4217 4243 4253 4253 4253 4253	4657 4767 4847 4847 4897 4897 4993 4993 4963 4963 4963 4983	4870 5050 5133 5133 5133 5133 5133 5133 513	4897 5007 5193 5157 5157 5217 5217 5213 5213 5213 5213 5230 5330 5330		
-	- Bunz		53750	2820 2843 2843 2877 2900 2897 2910 2910 2910 2913 2913	3300 3363 3383 3380 3380 3380 3380 3380	3277 3360 3393 3457 3455 3453 3453 3453 3453 3453 345	3447 3543 3617 3617 3623 3652 3683 3677 3683 3683 3683 3700 3717		
	Verkür		33 330	1647 1650 1687 1690	1967 1993 2000 2003 2003 2017 2023	1893 1930 1947 1947 1960 1963 1967 1977 1980 1977 1980	1950 2027 2057 2057 2090 2097 2110 2117 21130 21330 2123		
handa	ernde		22 960	1070 1083 1090 1097	1260 1273 1290 1290	1223 1250 1267 1267 1263 1263	1273 1293 1310 1310 1320 1320		
	Fed		12530	497 510 500	019 019	567 583 593 600	587 607 597 603 603		
	-5	k g	145 800	2357 2730 2963 3097 3263	7003 8077 8690 9130 9537	1	1		
	.01 . 0/0	en in	98 500	877 943 1013 1013 1040 1077	2190 2450 2663 2850 2997 2997	1200 1237 1313 1367 1413	4143 4520 4820 5057 5250		
	$-\delta_b^i$ in	stung	73710	490 510 550 553 600 613 643 667 667	1020 1147 1243 1313 1477 1477 1477 1527 1553 1650 1650	647 683 723 773 857 853 857 887 887 887 887 887	2203 2420 2567 2723 2723 2810 2947 2970 2970 3053 3130 3170		
	irzung -	Belas	53750	250 293 300 323 340 357 360 367 367	423 487 540 5540 657 667 700 7727 773 773	413 443 463 463 500 520 533 557 557 557 557	1070 1220 1307 1470 1470 1520 1520 1530 1683 1683		
The second	le Verki	nden	33 330	117 127 130 133 143 143 143	170 180 207 217 233 233 233 233	193 207 227 227 227 227 227 227 227 227 227	330 387 457 457 477 503 503 553 553 573		
	Bleibend	folge	22 960	60 63 67 67	90 103 107 110	100 110 113 113 120 120	127 157 170 183 190 200		
		den	12 530	33 33 33	37 40 440	233 337 40 40	37 53 70 73		
and here		bei	145800	11 697 12 780 13 347 13 737 14 013 14 013 14 307	17070 18770 20137 20837 21403 21870	1	1		
	0 · 10-5		98 500	6590 6797 6930 7067 7127 7127 7197	8697 9107 9410 9703 9703 9867 10023	8123. 8450 8623 8793 8933 8933 8933	10957 11657 12073 12400 12700 12880		
F C(+-	δ_b in $0/$		73710	4527 4527 4527 4713 4767 4860 48800 48870 4897 4913 4913 4947	5677 5913 6090 6203 6380 6463 6523 6577 6633	5517 5733 5857 5857 5910 5910 5910 5970 6033 6033 6133 6150 6150 6150	7100 7427 7760 8027 8160 8250 8350 8440 8550 8550		
	- Suns		53750	3070 3137 3183 3283 32200 32240 32253 3257 3253 3257 3253 3257 3253 3253	3723 3850 3920 3920 3980 4047 4047 4090 4127 4127 4127 4150 4190 4250	3690 3803 3857 3857 3857 3857 3957 3957 3957 3957 3957 4020 4030 4043 4053	4517 4763 49763 5023 5023 5120 5223 5223 5223 5223 5363 5400 5440		
	tverkürz		33 330	1763 1777 1817 1817 1823 1823 1827 1833 1833	2137 2173 2207 22207 22207 22233 22250 22250 22250 22263	2087 2157 2157 2157 2157 2197 2197 22197 22197 22197 22197 22197 22230 22230	2283 2413 2483 2527 25267 25667 25653 26630 26633 26633 26633 26633 26633 2723		
n home of	Gesam		22 960	1130 1147 1157 1153 1163 1163	1350 1377 1397 1397 1400 1403	1323 1360 1370 1380 1383 1383 1383 1383	1400 1450 1480 1497 1510 1520 1530		
INANTIT			12 530	530 537 537 537	637 647 650 653	590 620 630 630	623 647 667 677 677		
- mormon	Be-	astungs-	reihe	H 4 6 4 2 9 7 8 6 0 1 1	1 8 % 4 % 0 1 % 6 0 1 I	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1 2 2 4 2 0 1 1 0 0 1 1 1 0 0 1 1 1 1 0 0 1		
ATTATT		Le- I	macom	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende		
	Säule (°.		5	50		

Tabelle 54. Längenänderungen des Betons der hohlen Säulen, Reihe C:

151

o kg	0-2	145 800	1	1
209	1 · 0/0	98 500	6313 6600 6703 6807 6860	7067 7453 7553 7613 7670
n auf	$-\delta_b''$ in	73710	4427 4493 4530 4537 4637 4637 4653 4653 4703 4703 4703	5237 5330 5340 55450 5450 55450 55453 5553 55
laste	- gunz	53750	3007 3050 3100 3100 3137 3140 3137 3140 3157 3183 3167 3183 3203	3663 37563 37733 37733 37733 38173 38173 38817 38827 38847 38847 38857 38833 38833 38833
n Ent	Verkür	33 330	1747 1790 1793 1800 1803 1803 1810 1820 1817 1817 1817 1817	21140 21197 22197 22197 22230 22230 22233 22233 22233 22233 22233 22233 22233 222350
olten 11 q	ernde	22 960	11157 11163 11163 11170 11177 11173	1397 1413 1420 1427 1427 1427 1427 1430
ederh tt = 7	Fed	12530	557 563 570 570	680 677 677 677
id wi	- Q	k g 145 800	1	Ι
ng ur ernque isen.	0/0 · 10	98 500	1280 1357 1417 1477 1473 1537	2780 3397 367 3767
eigeru (cm, K(mm-Ei	$-\delta'_b$ in	73710	703 703 760 833 863 863 863 863 863 957 970 970 973 1003 1013	1187 1357 1497 1587 1650 1733 1873 1873 1930 1983
Lastst 21,5 9 aus 7	ürzung	53750	433 477 497 537 537 543 543 553 553 550 550	577 647 710 757 757 783 810 810 823 860 877 877
eiser tt = 8 pirale	le Verk	a 1 d e n 33 330	213 247 253 253 253 253 253 260 273 273 287 287 293 300	250 250 317 340 340 353 350 350 350 350 350
ifenw rschni en : S	3leibend	1 0 1 g (113 120 140 143 150 150 153	127 140 153 157 163 170 177
ei stu ialque hrung	H ,	d e n 12 530	60 50 60	57 77 77
cons b Mater erbewe		D e 1 145 800	1	1
es Bet Säulen der Qu	0.10-5	98 500	7593 7957 8120 8280 8397 8503	9847 10577 10950 11223 11470 11640
en d Hohle Art	d _b in ⁰	73710	5130 5253 5363 5363 5520 5570 5570 5570 5570 5700 5743 5760	6423 6657 66837 6987 7190 7190 7190 7190 7190 7373 7430 7513 7513
lerung ng. I	- Bunz	53750	3440 3527 3527 3527 3523 3673 3673 3683 3713 3713 3713 3713 3750 3753	4240 4377 4473 4530 4630 4637 4637 4670 4707 4707 4773 47750
genänc	ntverkür	33 330	1960 2020 2040 2053 2053 2063 2063 2063 2083 2100 2103 2103 2103 2103 2103 2103 210	2390 2470 2470 2557 2557 2557 2557 2557 2557 2557 25
Läng angsb	Gesan	22 960	1270 1283 1303 1313 1317 1317 1327 1327 1327 1340	1523 1553 1553 1590 1590 1590 1607 1617
ung). Anf		12 530	603 613 630 637 637	737 743 753 753 753 753
Fortsetz	Be-	reihe	H 9 6 4 10 0 7 8 6 0 H	нию40002001
le 54 (Ge-	messen	in der Mitte	am Ende
Tabel	Säule	Nr.		3

tung.	0-5		98 500	5823 6037 6197	6427 6707 6780 6883 6883
sbelas	in ⁰ / ₀ · I		73710	4147 4257 4293 4313 4313 4393 4395 4395 4413 4440 4440	4640 4774 4773 4873 4873 4873 4873 4873 4877 4877
Anfang	$s - \delta_b^{''}$		53750	2880 2967 2967 2983 3020 3003 3040	3273 3347 3367 3367 3390 3427 3417 3417
o kg /	rkürzung		33 330	1680 1690 1717 1713 1713 1717 1733 1737 1737 1740	1943 1967 1980 1980 2003 2003 2003 2007 2007
uf 209	rnde Ve	2	22 960	1007 11000 11100 1117 1117 1120	1280 1293 1299 1307 1310
rung.	Feder	k g	12 350	500 533 537 537	620 630 633 633
Entlas	10-5	en in	98 500	1860 2020 2213 2317 2317	2727 2960 3203 3407
Ohne	in º/o ·	stung	73710	927 1023 1110 1167 1213 1213 1317 1323 1370 1397	1403 1537 1660 1737 1867 1953 1973 2013 2013 2013
ederho qcm.	$g - \delta_b^i$	Bela	53 750	513 587 587 6617 657 657	603 877 927 963 967 1030 1033
nd wi	erkürzun	nden	33 330	213 240 2553 2673 2673 2873 2833 2833 293	370 413 443 4440 463 487 497
ung ul	ende Ve	folge	22 960	110 120 137 147 153	210 250 253 253 253 253 253
teiger	Bleib	i den	12 530	333 47 47	57 70 87 87
Lasts erialqu	0	b e	98 500	7683 8057 8310 8513	9153 9667 10017 10290
veiser 1: Mat	1 0/0 - 10		73710	5073 5277 5277 5403 5480 5607 5607 5607 5737 5707 5737 5770 5837 5837	6043 6277 6433 6543 6543 6683 6683 6833 6833 6833 6913 7043
tufen w Säulen	$-\delta_b$ ir		53750	3393 3517 3553 3553 3660 3660 3697 3697	4077 4223 4293 4293 4293 4253 4353 4427 4450 4463
bei s' Hohle	sürzung		33 330	1893 1970 1970 1970 1990 2017 2023 2033 2033 2037	2313 2313 2413 2413 2453 2453 2453 2453 2453 2453 2453 25503 25503 2513
Setons	samtver		22 960	1207 1237 1237 1263 1273 1273 1273	1490 1527 1540 1560 1570 1577
des I	Ge		12350	533 583 583 583 583 583 583 583 583 583	677 700 720 723 723
rungen	Be-	lastungs-		H 8 6 4 50 0 2 8 6 1 1	H 8 6 4 5 9 7 8 6 1 1
nände		uessen		in der Mitte	am Ende
Länge		Saule Nr.			23

Tabelle 55.

153

Tabelle 56. Längenänderungen der Säulen, Reihe C, gemessen zwischen den beiden Druckplatten bis 145800 kg Belastung.

Letzte Beobachtung nach wiederholtem Be- und Entlasten (s. Tab. 53 bis 55).

C". 1	Zustand	Aeußerer	Quersc	hnitt	Ve	rkü	rzui	ngen	in	0/0 .	10-4	
Nr.	der Säulen	der Spirale	des Materials	des Kerns	Art	bei	den f	bolgeno	eobac len E	htet Belastu	ingen i	in kg
		cm	qcm	qcm		12530	22960	33 330	53750	73710	98 50 0	145 800
43 44 45	voll	28	900	616	194.2	106 126 169	226 264 300	327 396 413	547 613 624	778 837 869	1083 1149 1255	2018 1918 2106
Mittel						134	263	382	595	828	1162	2014
55 56 57 Mittel		28	821,5	537	Gesamt	124 127 128 126	257 260 276 264	386 372 422 393	640 583 671 631	881 829 952 887	1214 1173 1338 1242	2094 2251 2325 2223
	hohl									_		- 0
50						104	219	335 402	553	773	1053	1895
60		31,7	821,5	711		137	276	407	649	907	1234	2144
Mittel					12 3 2 3	126	255	381	615	867	1197	2084
Mittel 4648	voll	unbewehrt	900	-		128	253	371	580	778	1047	1682
72	hohl		821,5	_		84	194	304	527	789	1110	-
Mittel 43—45	voll	- 28	900	616		41	90	133	215	307	437	812
55					-	43	88	140	242	332	452	823
56 57		28	821,5	537		43	94	144	300	323	457	1026 986
Mittel		12196				44	99	157	255	360	496	945
	hohl				bleibend		1 - 6					
50	200	12222	1210			45	99	152	247	364	334	926
60		31,7	821,5	711		46	104	157	253	355	472	886
Mittel			-	1.00		38	86	136	225	321	443	841
Mittel 46—48	voll	unbewehrt	900	-		44	92	140	227	298	395	-
72	hohl		821,5	-		5	34	74	147	257	373	-
Mittel 43—45	voll	28	900	616		93	172	246	380	521	725	1204
55						81	171	248	399	550	763	1271
56		28	821,5	537	100	84	167	229	360	507	716	1225
Mittel						82	167	237	377	528	746	1278
	hohl				federnd		100			1	.10	1.00
58				1		80	165	236	379	529	719	1186
60		31,7	821,5	711		91	172	250	396	552	762	1258
Mittel						87	170	245	390	546	754	1244
Mittel 46—48	voll	unbewehrt	900	-		84	161	231	353	479	651	-
72	hohl		821,5	-		80	160	229	380	593	737	-

Tabelle 57.

Längenänderungen der Säulen, Reihe C, gemessen zwischen den beiden Druckplatten bei über 145800 kg Belastung.

Säule	en Nr.	55	.56	57	58	59	60
Aeußerer I der S c	Durchmesser Spirale m		28			31,7	10.2 mg
Querschnitt	des Materials		821,5			821,5	
qcm	des Kerns		537			711	
Gesamt- verkürzung in º/o · 10 ⁻⁴ bei den neben- stehenden Belastungen in kg	165 950 171 110 174 240 174 650 177 130 185 720 197 700 199 520 194 650 184 500 174 240 170 090			3367 	 2209 3774 4387 5862 7289 	 2900 5947 7613 	
	163 870 161 800 159 730 143 140	6975 — — 9165		4754 6202			8928 — — —

albewehrung.	Eisendurch
Spira	3 cm,
mit	
e Säulen	ranghöhe
Achtseitige	Spirale: G
vollen.	hmesser.
mit	Durc
Säulen	I,4 cm I
hohler	sen von
ergleich	8 Rundeis
58. V	'ehrung :
Tabelle	Längsbew
	3 m.
	= I,
	Länge =

r = 0,7 cm.	elastung	des	zugehörigen Würfels	P_1 kg	197 200	(162 200) 201 200	199 200	210 500	002 200	- nn ² nn ²	204 730	197 200	006 661	185 000	194 030	216 130	215 700
ndurchmesse	Bruchbe	der	Säulen	P kg	210 070	(192 420) 192 620	201 330	174 660	177 150	nch cor	172 590	002 791	199 520	185 720	194 310	174 790	141 680
3 cm, Eise	Belastung	beim Beginn	der	Rißbildung kg	174 240	145 800 145 800	155 280	145 800	145 800	90 500	130 030	174 240	145 800	145 800	155 280	145 800	98 500
Ighöhe ==			tes qcm	Kern		616			537				711			I	1-
rale: Gan			Querschnit	Gesamt	1	006					821.5	-	-			006	821,5
tesser. Spi	lerschnitt		Größe des	Hohlraum	11	1					78 C	C1.1				1	78,5
,4 cm Durchn	Säulengu		Durchmesser des	Hohlraumes cm		Ilov				1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	IO	2				voll	10
Rundeisen von I				Form	Ce	6 32 9	and the second	Ce		623		le e	le ter o	le ma al	a la	unbewehrt	
wehrung: 8]	e	efertigt nittlerer relativer		Luft- feuchtigkeit º/o	58	77	68	56	59	57	57	80	80	80	80	53	64
Längsbe	Säul	ang bei	Zimmer-	wärme C ⁰	16	24	20	17,5	21	5'02	20	91	22	61	61	18	18
1,3 m.			Nr.		43	44 45	ttel	55	56	5/	ttel	58	59	60	ttel	el für -48	72
Länge =		Versuch	Nr.		43	57 65	Mi	47	19	10	Mi	49	59	68	Mi	Mitte 46-	32

Tabelle 59. Längenänderungen des Betons bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg

	mm
	-
	63
	Nr.
	bei
ige.	m, 1
Län	m
В	1
1,3	65
nov	Nr.
en	bei
Säul	ale
te	pira
rehr	er
bew	e d
Diral	tärk
Is "	ensi
itige	Eis
htse	m;
Ac	4 CI
en :	
rob	öhe
r P	ngh
de	Ga
Art	cm;
ng.	28
stui	
ela	rale
gsb	Spi
fan	der
An	ser
	mes
	rchi
	Du
	erer
	euße
	-

	0-5		45 800	(0 293 (1 547 (1 547 (1 833 (2 097) (2 373	0580 0603 0867 11085 11287	9983 0780 1043 1413 1597	8 8 3 8 7 3 2 3 8 8 5 3 8 7 3 2 3 8 8 5 3 8 7 8 8 8 5 8 7 8 5 8 7 8 5 8 7 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9 9
mm.	1.0/0 u		98 500 1	6157 6310 6420 6470 6487	5777 5917 6013 1 6023 1 6117	5763 5977 6030 1 6167 1 6187	5230 5533 5533 5417 5417
-	$-\delta_b''$ i		73710	4280 44407 44453 4417 4517 4547 4560 4560 4560 4567	4093 4193 4247 4247 4263 4293 4307 4343 4347 4353	4113 4167 4237 4237 4233 4323 4323 4320 4330 4330 4357	3843 3897 3947 3947 3977 4007 4007 4003 4013 4013
Nr. 03	- Bunz.		53750	2960 3063 3090 3113 3113 3137 3140 3140 3140 3147	2810 2923 2953 2957 2957 2987 2987 2987 3000 3000 3000	2847 2890 2890 2933 2963 2963 2963 2987 3003 3003 3003	2653 2717 2717 2717 2714 2774 2773 2773 2773 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27790 27777 27780 27777 27777 27777 27777 277777 277777 277777 277777 2777777
Del I	Verkür		33 330	1740 1763 1793 1797 1797 1803 1813 1817	1627 1643 1677 1677 1677 1677 1683 1683 1693 1693	1663 1677 1673 1693 1700 1703 1717 1737	1513 1530 1550 1547 1547 1543 1560 1563
mm,	lernde		22 960	11120 11140 11143 11150 11147 1153	1053 1063 1073 1073 1070 1070	1060 1080 1100 11100	066 066 066
	Fed		12 530	517 530 533 537 527 527	510 517 513 513 520 517 517	517 523 520 520	480 473 477 473
Nr. 05	-5	1 kg	145 800	2937 3217 3630 4067 4390	3807 4250 4720 5170 5567 5567	2200 2603 3103 3353 3353	3647 4250 4607 4860 5137 5137
e Del	01.0/0	gen ir	98 500	997 1070 11093 11143 11217	1200 1303 1377 1480 1503	887 940 1030 1033 1087	1513 1647 1787 1850 1913
spiral	$-\delta_b$ in	stung	73710	637 680 700 713 750 747 767 773 773	710 773 810 837 837 877 890 903 917 943	523 580 593 597 597 617 660 660 667 683	863 967 1013 1043 1043 11080 1120 1153 1183 11213
ce der	ürzung	Bela	53750	370 377 403 433 433 447 453 457 473	407 430 447 480 483 500 530 530 537 547	287 323 332 347 350 350 350 350 350 370 380 380 380	417 477 503 517 550 557 557 557 557 553 603 613 613 633
enstark	le Verk	nden	33330	173 190 193 197 197 200 210 203 203	180 197 197 203 197 207 207 223 217 220	113 133 130 143 163 163 163 147	130 147 147 147 167 187 183 183
n; Els	Bleibenc	folge	22 960	113 117 120 120 120 130	103 113 113 117 117 123 123	60 63 63 63	57 63 70
: 4 cn		den	12530	37 67 67 83 83	23 57 57 57 57 57 57 57 57	101	20 27 20 20
hohe =	2	bei	145 800	13 230 14 763 15 463 16 163 16 763 17 230	14 387 14 353 15 587 16 553 16 653	12 183 13 383 13 950 14 517 14 950 15 350 15 350	10 970 12 637 13 137 13 483 13 723 13 723 13 983
Gang	_01.0/0		98 500	7153 7380 7513 7513 7613 7703 7773	6977 7220 7503 7503 7503 7693	6650 6917 7200 7273 7273 7230	6743 6970 7117 7253 7253 7330 7383
8 cm ;	$-\delta_b$ in		73710	4917 5087 5153 5207 5207 5293 5293 5327 5327 5340 53370 53370	4803 4967 5057 5200 5170 5197 5247 5247 5247 5223 5297 5320	4637 4747 4747 4830 4880 4940 4940 4990 5043 5043 5043	4707 4863 4960 5020 5020 5123 5163 5163 5197 5233 5233
le =	rzung –		53750	3330 3440 3449 3530 3547 3530 3547 3583 3583 3593 3507 3620 3640	3217 3253 3400 3437 3437 3497 3497 3497 3507 3507 35507 35507 35507 35500	3133 3213 3213 3253 3253 3253 3253 3257 3357 3357 335	3070 3193 3247 3297 3297 3323 3323 3323 3323 3323 332
r Spira	mtverkü		33 330	1913 1953 1953 1977 1993 1997 2013 2013 2013 2013 2013	1807 1840 1867 1873 1883 1890 1890 1900 1910 1910	1777 1810 1823 1843 1843 1867 1880 1883 1883	1643 1677 1697 1713 1713 1730 1743 1747 1743
ser de	Gesa		22 960	1233 1257 1253 1263 1263 1273 1283 1283 1290	1157 1177 1187 1193 1193 1193 1197 1200	11120 11143 11160 11163 11170	1027 1053 1057 1060 1063
hmes			12 530	553 577 590 600 610 613	533 560 577 587 587 587	527 540 530 533 533	500 500 497 493 497
rer Durc	Be-	lastungs-	reihe	н s c 4 2 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	н а © 4 20 0 18 0 0	н а 6 4 2 0 0 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0 0 1	1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 2 2 2 1 1 1 1
Aeußei		nessen		in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
14	Caulo	Nr. I			5		000

Tabelle 59. Längenänderungen des Betons in den Säulen Reihe D, Tab. 1.

157

kg	rer	um.
060	äuße	7 m
20		
auf	sser	r. 64
en	mes	Z
last	urch	be
Enti	D	mm,
B	ale.	2
olte	Sch	11
erh	hne	Ir. 6
ried	e 0	ei N
N N	ang,	e be
un	I u	oiral
ng	,3	r SI
eru	I U	e de
teig	VO	ärke
asts	ulen	enst
Ľ.	Säi	Eis
iser	hrte	cm;
nwe	ewe	4 =
ufe	iralb	le =
i st	sp	pira
be	sche	er S
suo	ndris	e de
Bet	Zylin	höh
es	: u	rang
p t	obei	1; 6
lger	PI	cn
rur	der	= 28
inde	Art	le =
fenà		pira
,äng	dun	S IS
I	last	r de
60.	sbe	esse
elle	ang	chm
Tab	Ant	Dur

158

mm.	0-5	- St	98 500	7010 7250 7733 7733	7940 8363 9000	7767 8027 8133 8240 8343	8530 8767 8887 8940 9043
64 = 7	1 · 0/0 u		73710	4387 4493 4590 4583 4583	5953 5950 5953 5953	5453 5567 55670 55733 57733 57793 57793 5793 5843 5843	6123 6227 6330 6330 6333 6407 6447 6447 6493 6493
ei Nr.	$-\delta_b$ i		53750	2743 2797 2753 2703 2703 2703 2703 2660 2660 2653 2630	3960 4087 4087 4107 4107 4177 4177 4177 4177 4173 4173	3790 3867 3903 3903 3933 3933 3933 3950 3957 3957 3957 3987 3987	4290 4377 4413 4413 4477 4477 4477 4477 4510 4510
nm, be	rkürzung		33 330	1370 1367 1367 1303 1300 1277 1277 1277 1277 1270 1223	2390 2427 2420 2430 2433 2433 2433 2450 2450 2450 2447	2177 2233 2240 2240 2240 2270 2277 2277 2277	2500 25520 25563 25667 25697 25697 25697 25697 25697 25603 2603
= 5 1	nde Ver		22 960	787 817 783 747 747 737	1517 1597 1607 1613 1620 1620	1410 1443 1443 1453 1453 1450 1453 1457	1647 1663 1667 1667 1683 1670 1670
Nr. 62	Feder	kg	12 530	287 300 303 303 303 303 307 300	767 767 780 773 773 777 787 787	683 680 677 693 687 707 707 703	770 800 803 803 793 797 797
e bei	10 ⁻⁵	en in	98 500	1930 2190 2343 2440	4347 5023 5477 5653	1473 1623 1690 1757 1820	1547 1737 1850 1977 2083
Spiral	· 0/0 пі	stung	73710	1243 1313 1317 1410	2160 2370 2523 2670	870 907 957 957 970 1037 1037 1083 1083 1083 1093	817 870 937 937 970 1017 1063 1105 11107 11130 11143
ke der	$g - d_b$	Bela	53750	730 810 860 923 950 967 1013 1013 1020 1050	977 1120 1213 1287 1287 1333 1380 1433 1460 1433 1460	493 523 553 567 600 607 617 623 633 647	440 460 517 533 533 547 557 587
isenstär	erkürzun	nden	33 330	403 433 490 483 513 530 577 573	397 427 473 497 513 533 547 560	267 267 290 303 303 303 303 323 323 323 323 323	203 213 227 227 227 227 227 257 257 257
cm; Ei	ende V	folge	22 960	233 243 277 303 303 307 310	253 267 283 283 287 293 293	153 150 163 163 170 170 190	93 87 97 100 100 1127 1137
= 4 0	Bleib	i den	12530.		47 67 67 77 87 100 107	33 47 47 50 50 67 70	13 0 17 33 40
Spirale	-5	b e	98 500	8 940 9 440 9 873 10 173 10 267	12 287 13 387 14 160 14 653 14 940	9 240 9 650 9 823 9 997 10 163 10 257	10077 10503 10737 110737 11127 11127
e der 9	01 . 0/0		73710	5630 5807 5906 5993 6083	7803 8220 8423 8623 8820 8820	6323 6473 6627 6703 6703 6703 6703 6817 6817 6877 6937 6937 6937 6960	6940 7097 7267 7353 7490 7490 7553 7600 7637 7637
nghöhe	$-\delta_b$ in		53750	3473 3607 3613 3613 3653 3653 3670 3673 3673 3673 3673 3680 3680	4937 5207 5293 5393 5393 5483 5557 5557 5663 5640 5673 5673	4283 4390 4457 4550 4557 4557 4573 4573 4573 4573 4533 4633	4730 4837 4903 4947 4973 5010 5020 5033 5033 5033 5033 5033 5097 5117
m; Ga	ürzung		33 330	1773 1800 1793 1793 1790 1800 1800 1800 1790	2787 2853 2853 2893 2937 2950 2983 2997 2997 3007 3007	2443 2530 2543 2543 2543 2553 2553 2553 2553 2553	2767 2767 2767 2767 2810 2810 2853 2853 2863 2863 2863 2860 2860 2860
= 28 CI	samtverk		22 960	1020 1060 1060 1050 1047 1047 1047 1050	1770 1863 1860 1900 1913 1917 1920	1563 1593 1607 1617 1617 1640 1640 1640 1660	1740 1750 1763 1767 1783 1797 1807 1807 1820
rale =	Ges		12530	283 310 320 320 327 330 340 340 347	813 847 847 850 850 867 893 903	717 727 727 743 747 747 773 773 780	783 800 803 807 807 810 830 837 847
der Spi	Be-	lastungs-	reihe	H 18 16 4 19 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	H 14 16 4 10 9 0 0 0	H 4 6 4 5 9 5 8 6 9 1	H 1 10 4 10 0 10 8 6 0 1 1
nesser		Ge-	messen	in der Mitte	am Ende	in der Mitte	am Ende
Durchi		Säule	Nr.		62		40

Tabelle 60. Längenänderungen des Betons in den Säulen Reihe D, Tab. I.

Tabelle 61. Längenänderungen der Säulen Reihe D, gemessen zwischen den Druckplatten.

Verkü in º/0 ·	rzung 10 ⁻⁴		Ge	samt			Blei	be n d			Fed	ernd	
Säuler	n Nr.	61	62	63	64	61	62	63	64	61	62	63	64
Durchm, d der Spira	les Eisens alen cm	0	,5	0	,7	0	5	0	,7	0,	5	0,	7
Zustan Säul	d der len	mit Scl	ohne nale	mit Scl	ohne nale	mit Sch	ohne ale	mit Sch	ohne	mit Sch	ohne ale	mit Sch	ohne nale
Be- lastungen in kg	12530 22960 33330 53750 73710 98500 145800 174240 177340 194650 194650 194650 194650 194650 190590 184500 174240 163870 153510 143140 132770 122400	120 231 343 559 1054 1892 2661 3844 	248 415 556 845 1723 4780 	95 206 320 541 743 987 1743 2114 3410 	2111 410 585 886 2981 4830 9025 9994 10949 	45 77 113 183 257 345 692	135 207 258 368 475 724	22 60 101 187 255 325 603	92 192 270 387 486 612 1413	76 155 231 378 516 710 1201	114 208 298 477 688 1000	72 146 219 354 488 662 1139	119 218 315 500 700 994 1568

Bis 145800 kg letzte Beobachtung nach wiederholtem Be- u. Entlasten (s. Tab. 59 u. 60).

Tabelle 62. Druckfestigkeit der Säulen mit und ohne Schale. Spiralbewehrte Säulen von 1,3 m Länge; geprüft bei 45 Tagen Alter. Aeußerer Durchmesser der Spiralen = 28 cm.

			Bewe	hrung		Bruchbel	lastungen	Verhälti	niszahlen	
		Läng	seisen	Q	uer		-		Festigkeits-	Bruch-
Säule Nr.	Form des Quer- schnittes	Anzahl	Durch- messer cm	Gang- höhe cm	Eisen- stärke cm	der Säulen P kg	des zuge- hörigen Würfels P ₁ kg	$\frac{P}{P_1} \cdot 100$	durch die Schale. Werte f. Säulen ohne Schale = 100	erschei- nungen s. Abb.
61	mitSchale,				0,5	177 360	201 200	88,2	116	
63	achtseitig					0,7	200 740	219 700	91,4	102
62	ohneSchale,	8	1,4	4 0,5		152 680	201 200	75,9		31
64	Kreisform				0,7	196 270	219 700	89,3	100	

	Efernation to		Säulen-Q	uerschnitt		Gesan	ntverkürzung	der Säuler	· 0/0 ui 6 r	10-4, gemt	essen zwisch	hen den Dr	ruckplatten
ule	Elsenstarke		9	rröße in qci	m			Del den	loigenden L	selastungen	F III KG."	(_	
Vr.	der Spirale cm	Form	gesamt F	$\frac{\mathrm{Kern}^*)}{F_k}$	Schale F_s	(13,92) 12 530	(25,51) 22 960	(37,03) 33 330	(59,72) 53 750	(81,90) 73710	(109,44) 98 500	(162,00) 145 800	(193,60) 174 240 kg
-48	unbewehrt			1	+	126	231	336	545	743	1 012	I 647	
61	0,5	achtseitig	006	616	284	134	246	358	574	788	1 069	1 907	2 676
63	0,7			616	284	133	244	358	579	781	1 025	1741	2 152
62	0,5			1	1	175	320	461	750	I 068	I 628	3 985	1.
64	0.7	puni	010	1	.1	186	342	495	296	560 1	1 516	2 891	4 740
62	Der Verk	ürzung der S	Säulen ents	prechende	Druck-	19,5	35,3	51,0	82,0	116,0	160,5	1	
64	s, An	der Schaulin	nie Abb.	m kg/qcm.	en	20,5	38,0	54,3	87,0	117,5	152,3	-	
62	Aus den Di	ruckspannung	gen o _s ber	echnete Bel	astungen	5 550	IO 000	14 400	23 300	33 000	45 550	1	l
64		P _s	s III kg. = $\sigma_s \cdot F_s$			5 830	10 800	15 400	24 700	33 400	43 300	1	
62	Errechnete	Gesamtbelas	tungen J	für die beol	bachteten	18 080	32 960	47 730	77 050	106710	144 050	1	
64	-	Ver J=	$= P + P_s$			18 360	33 760	48 730	78 450	107 110	141 800	1	
19	Balastungen	P der Säul	en 61 und	63 bei dei	n für die	16400	30 000	43 100	22.000	98 400	132 000	1	
63	Säulen (62 und 64 b	peobachtete	n Verkürzu	ngen.	17 600	32 200	46 700	75 200	102 500	133 500	1	
19						I 680	2 960	4 630	5 050	8 310	12 050	1	1
63		$\Box F =$		Kg		760	I 560	2 030	3 250	4 610	8 300	1	
19		I av	- P	in 0/.		10,2	6,6	10,7	2,0	8,4	9,1	1	-
6.		117	b. d	-0/						2.4	6.9		

160

Tabelle 63. Zusammenwirken von Schale und Kern.

**) Die in Klammern zugefügten Werte stellen die den Belastungen entsprechenden Druckspannungen in kg/qcm dar, bezogen auf den Querschnitt F = 900 qcm der unbewehrten achtseitigen Säulen 46-48.

Tabelle 64.	Zugversuche mit dem	Material der	Querbewehrungen
	zu den Säuler	73 bis 85.	

Probe	tterial- hen Nr.	Zustand	Verwo	endet in den	Abmes Durch- messer	Sungen Quer- schnitt	Spannu Propor- tionali-	ngen kg Streck-	g/qcm Bruch-	Elastizitäts- zahl	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B}$	Bruch- dehnung auf o ==
	Ma Zeic	der Dearbeitung	zu	Säulen	d cm	f qcm	tätsgrenze σ _P	σ _S	σΒ	$\frac{1}{a} = E$	0/0	$11.3 \sqrt{f}$
I 2			Stangen,		0,94	0,694	2740	3030	3980	2 040 000	76	31,0
3	I		Material	-	0,95	0.709	2680	2820	4020	2 000 000	70	29,8
Mittel					0,94	-	2380	2910	4050	2 038 000	72	30,4
I			Stangen,	1150	0,83	0,541	2590	2770	3920	2 090 000	71	31,9
3	2	Aus Knuppeln	Material	-	0,82	0,528	2080	2840	4110	2 015 000	69	27,7
Mittel		von 50 kg Gewicht	Nr. 4	1	0,82	-	1940	2750	4010	2 076 700	69	27,8
I		zu Stangen warm	Ringen,		0,75	0,442	2710	3170	4000	2 030 000	79	32,2
2	3	gewalzt	Material		0,74	0,430	2560	3020	3900	2 070 000	77	31,5
Mittel		8	Nr. 6	1.5	0,75	-	2660	3040	3950	2 053 000	77	31,6
I			Ringen u	1 200	1,20	1,131	_	2480	4020	_	62	30,1
2	9		Material	-	1,17	1,075	-	2410	3960	-	61	28,3
Mittel			Nr. IOU.II	-	1,17			2590	4070		62	24,0
I		Aus Material Nr 2		1000	0.75	0,442	2040	5880	6240	2 160 000	94	11.7
2	1	in einem Zuge von	Ringen, Material		0,74	0,430	3490	6050	6400	2 140 000	95	12,5
3	+	8,2 auf 7,4 mm Durch- messer kalt gezogen	Nr. 7		0,75	0,442	2040	5050	0000	2 150 000	94	11,5
Mittel		8 8			0,75	-	2520	5860	6310	2 150 000	94	11,9
I	-	Aus Material Nr. 1 in drei Zügen ohne	Ringen,		0,74	0,430	2560	6400	6920 6080	2 045 000	93	10,2
3	5	Glühungen von	Material	-	0,74	0,430	2090	6190	7070	2 065 000	95 88	10,5
Mittel		9,5 : 8,8 : 8,2 : 7,4 mm Durchm. kalt gezogen	Nr. 8	12.34	0,74	-	2400	6410	6990	2 060 000	92	10,2
I					0,73	0,419	-	3220	4240	_	74	25,5
2	6	Aus Material Nr. 3	Ringen	73-75	0,73	0,419	-	3220	4340		74	22,4
Mittel		zur Spirale gewalzt			0,73	-		3220	4340		74	23,0
I					0,75	0,442		5660	6110	_	93	9.3
2	7	desgl.	Ringen	76-78	0,75	0,442	-	6110	6180		99	9,6
Mittel		aus Material Nr. 4	Eor		0,75			5920	6200		95 96	9,0
I					0.74	0,430		6280	6980	-	90	6,4
2	8	desgl.	Ringen	79	0,74	0,430	-	6860	7000	-	98	6.2
3 Mittel		aus Material Nr. 5			0,74	0,430		6710	<u>7000</u> 6990		<u>100</u> 96	6,6
T	-				T TO	LIII		2420	1560		75	10.0
2	10	desol	Ringen	80-82	1,19	1,094		3290	4520	-	73	22,9
3 Mittal		uso Bri	Tringen	00 02	1,19	1,112		3420	4450		77	18,5
mitter					1,10			0000	1010		10	1091
1 2		desgl.	C	0. 0	1,19 1,17	1,112	_	3330 3270	4490		74 71	18,0
3	II	aus Material Nr. 9	Spiralen	03-05	1,19	1,112		3460	4550		76	17,8
Mittel	-				1,18	-	-	3350	4540		74	18,8

Deutscher Ausschuß für Eisenbeton, Heft 28.

II

Tabelle 65. Einfluß des Biegens zu Ringen (Bügel) und Wickelns zu Spiralen auf die Zugfestigkeit der Bewehrungseisen.

Materia	1	Zustand		Abmes	sungen	Spann kg/c	ungen Icm	σ_{S}	Bruch- dehnung
Ursprung	Zeichen	der Bearbeitung	Probe Nr.	Durch- messer d	Quer- schnitt f	Streck- grenze	Bruch- grenze	$\overline{\sigma_B} \cdot 100$	auf $l=11,3 \sqrt{f}$
				cm	qcm	σ_S	σ_B	0/0	0/0
	a	2162	I _2	0,65 0,66	0,332 0,342	2260 2310	3770 3890	60 59	34,0 33,9
			Mittel	0,66	-	2290	3830	60	34,0
	b	Wie	I 2	0,65	0,332	2500 2680	3990 4190	63 64	29,0 28,8
	100	angeliefert	Mittel	0,65		2590	4090	64	28,9
	с	angeliefert	1 2	0,65 0,65	0,332 0,332	2530 2470	4010 3830	63 65	30,0 29,6
	1000	Sant description	Mittel	0,65	-	2500	3920	64	29,8
	a	-	3 . 4	0,65 0,66	0,332 0,340	2530 2570	3890 3790	65 68	28,2 30,2
		Zu Ringen	Mittel	0,66	-	2550	3840	67	-29,2
Drahtringe	Ь	von 28 cm	3 4	0,65 0,65	0,332 0,332	2560 2890	4130 4250	62 68	27,4 32,2
von etwa		Durchmesser	Mittel	0,66	-	2730	4190	65	29,8
60 cm	с	gewalzt	3 4	0,66 0,65	0,340 0,332	2460 2520	3740 3860	66 65	25,3 26,2
Durchmesser,	_		Mittel	0,66	-	2490	3800	66	25,8
verwendet zu den Säulen	a		56	0,66 0,66	0,342 0,342	2750 2570	3830 3800	72 68	23,7 23,7
Nr. 55 bis 60		Zur Spirale	Mittel	0,66	-	2660	3820	70	23,7
	b	von 25,4 cm	56	0,65 0,65	0,332 0,332	2800 2680	4070 4160	69 64	25,0 23,7
		Durchmesser	Mittel	0,65	-	2740	4120	67	24,4
	с	gewickelt	56	0,65 0,66	0,332 0,342	2800 2840	4100 4040	68 70	22,I 22,9
			Mittel	0,66	-	2820	4070	69	22,5
	a b	Verhältniszahlen: Einfluß	Mittel	-	=	III IO5	100 102	III	86
	с	Einfluß des Walzens	<u>I u. 2</u> · 100	-	-	100	97	103	87
	Mittel	zum Ring	0/0	-	-	105	100	105	92
	a	Verhältniszahlen:	Mittel	-	-	116	100	116	70
	c	des Wickelns	$\frac{5}{1}$ u. 2 · 100	-		113	101	105	76
	Mittel	des Wickelns zur Spirale	0/0	-,	-	II2	102	IIO	77
	3 9	warm gewalzt		0,75 1,18	-	3040 2490	3950 4020	77 62	31,6 27,7
	4	kalt gezogen	Mittel-	0,75	-	5860	6310	94	11,9
	5	besonders hart gezogen	werte, die Einzel-	0,74	-	6410	6990	92	10,2
Desonders	6	Zur 3 Spirale 0	werte	0,73	-	3220	4310	74	23,0
gewalzte	II	gewickelt 9	s. Tab. 64	1,18	-	3350	4540	74	18,8
Stangen	7 8	aus 4 Material Nr. 5		0,75	=	5920	6200 6990	96 96	9,0 6,6
	6:3 10:9 11:9	Verhältnisz die Werte f Anlieferungszus	ahlen, ür den tand gleich	-	_	106 135 134	109 112 113	96 125 119	73 73 68
	7:4	100 ges	etzt			101 105	98 100	102 104	76 65

163

Tabelle 66.

Festigkeitseigenschaften des Materials der Längsbewehrungen zu den Säulen 73 bis 85.

	Mate	erial	Abmes	sungen		Zugvei	suche		[Druckversuche	
Probe				D	Spannunge	n kg/qcm	t	Bruchdehnung	Spannung	en kg/qcm	Elastizitäts
Nr.	Zeichen Nr.	verwendet zu den Säulen	Durchmesser d cm	Querschnitt f qcm	Streckgrenze σ_S	Bruchgrenze σ_B	$\frac{\sigma_S}{\sigma_B} \cdot 100$	$l = 11.3 V\overline{f}$	Quetschgrenze σ_{-S}	Proportionali- tätsgrenze σ_{-P}	$\frac{1}{\alpha} = E$
I			1,42	1,584	3030	3940	77	32,8	3020	2550	2 019 000
67	IA	72 bis 70	I,40	I,539	3180	4170	76	30,2	3320	2850	2 070 000
3		ci ci	1,45	1,651	2980	4090	73	28,9	Ļ	1	1
littel			1,43	- /	3060	4070	75	30,6	3170	2700	2 044 500
I			1,61	2,036	3020	4110	74	29,3	3130	2680	I 854 000
67	IS	80 bis 85	1,60	2,011	3030	4280	12	30,0	3200	2660	2 015 000
3	2	2	1,61	2,036	2970	4160	11	30.5	3170	2730	2 070 000
littel			1,61	1	3010	4180	25	29,9	3170	2690	1 976 000

Tabelle 67. Längenänderungen des Betons

	Anfangsbelastung.	4. Material 2 und 6).
	kg	le 6
	2090	Tabel
	Juf	s.
	lasten a	gewalzt
0	Entl	warm
	rholtem	Eisen (
)	wiede	ichem
	pun	we
	ng	aus
	teigeru	Ringe
	Lasts	chakte
	iser	Umg
	stufenwe	wehrung:
	oei	erbe

			73710	4972 5088 5152 5152 5211 5215 5215 5225 5225 5338 5331 5331	4149 4292 4382 4469 4469 4515 4555 4555 4555 4555 4585	4063 4186 4216 4272 4272 4272 4272 4272 4332	4753
	ürzung 10 ⁻⁵		53750	3350 3483 3553 3553 3553 3550 35500 35500 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 35600 355000 35500 35500 35500 355000 355000 355000 355000 355000 355000 355000 355000 355000 355000 355000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 35000 350000 35000 350000 350000 350000 350000 350000 3500000000	2794 2860 2920 2974 2980	2747 2811 2831 2844 2870 2870 2890 2914 2927	3170
(9 pu	de Verk in ⁰ / ₀ ·		33 330	1971 1968 1988 2014 2014 2014 2041 2041 2041 2048	1605 1612 1655 1638 1662 1662 1668	1528 1582 1588 1585 1592 1615 1612 1612 1612 1612	1780
ial 3 u	Federn $-\delta'_b$		22 960	1269 1285 1295 1312 1302 1309 1305 1305 1305 1305 1305	1046 1052 1059 1059 1059	1009 1019 1026 1022 1032 1046 1039 1042	1141
Materi			12 530	629 613 619 619	480 495 496 499	480 490 493 496 486 486	535
le 64,		in kg	73710	743 793 806 842 842 842 872 886 942 946 946	603 673 706 733 746 746 753 773 779 779	653 673 733 769 769 789 819 819 819 819	849
Tabel	türzung 10 ⁻⁵	ngen	53750	489 516 5339 555 556 556 556 586 586 586 599	363 392 436 450 450	380 420 446 473 473 483 516 523 523 486 490	513
ılzt, s.	de Verk in $0/0$.	lastu	33 330	210 256 256 256 280 290 290 293 303 303 303 316	173 200 206 233 233 236 230 230 230	170 190 193 200 213 213 213 2230 2230 2230	259
n gewa	Bleiben $-\delta_{b}^{'}$	en Be	22 960	103 117 117 117 127 147 147 147 150 160 167	80 87 87 100 100	77 83 87 93 93 93 100 103 103	123
I (Warr		lgend	12 530	23 30 30 30 30	и и и и Г Г Г Г Г	20 17 20 37 37 37	31
Eisen		en fo	145800	15694	13853	13070	1
chem		beid	98 500	8338	7136	6963	
s wei	g—0I Bunz		73710	5714 5881 5957 6047 6047 6137 6137 6180 6254 6284 6290	4751 4965 5088 5142 5215 5215 5228 5335 5335 5365 5365	4715 4858 4948 5014 5014 5115 5115 5142 5142 5152 5152 5181	5611
nge au	ntverkür in ⁰ / ₀ ·		53750	3839 3999 4043 4146 4153 4153 4153 4159 4179 4179 4179 4179 4219	3156 3253 3357 3357 3429 3429 3429	3127 3230 3277 3317 3317 3317 3317 3317 3317 3317	3687
kte Rir	Gesan $-\delta_b$		33 330	2181 2224 22264 22264 22308 2331 23340 23340 2340 2364 2364	1778 1812 1861 1871 1881 1891 1898 1898 1898	1698 1772 1772 1772 1805 1805 1833 1833 1833 1855 1855 1855	2094
mgehal			22 960	1372 1399 1412 1439 1439 1455 1455 1455 1472 1488 1488 1488	1126 1139 1152 1159 1159 1159	1086 1102 1112 1112 1112 1112 11146 11142 11142 11146	1266
ng: U			12 530	653 649 649 666	506 519 526 526 526	499 506 512 515 523 523 523 523	572
erbewehru	Be- lastinas.	reihe		1 1 2 2 2 2 2 2 2 1 1 1 2 2 2 2 2 2 1	1 2 2 2 3 3 2 2 2 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1	1 1 2 2 2 3 3 2 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4	letzte eihe
Qu	Ge-	messen			in der Mitte		ttel für die Belastungsre
	Säule	Nr.		73	74	75	Mi

164 Tabelle 67. Längenänderungen des Betons in den Säulen der Ergänzungsreihe 2.

Tabelle 68. Längenänderungen des Betons

e Tahalla Ka Matarial a und +) bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung. Ouerbewehrung: Umgehakte Ringe aus hartem Eisen (kalt gezogen

rzung -5 -6^{0} in $0/0 \cdot 10^{-5}$	gen in kg	53750 73710 I2530 22960 33330 53750	770 616 599 1272 1984 3516 332 656 606 1295 2007 3566 343 656 606 1305 2035 3570 413 706 616 1305 2035 3670 420 736 616 1312 2048 3656 430 716 1312 2048 3653 440 746 1312 2051 3693 446 786 1325 2055 3703 446 786 1312 2053 3703 436 793 1342 2053 3703 446 786 1312 2053 3703 436 796 1342 2053 3703 436 796 1342 2055 3703 436 796 1342 2055 3703 436 796 1342 2055 3703 436 796 1342 2055 3703	376 636 596 1279 2018 3590 390 679 606 13179 2071 3590 400 719 606 1325 2071 3590 423 746 609 1325 2071 3563 423 746 609 1322 2068 3663 440 749 606 1332 2088 3653 470 749 619 1332 2088 3716 470 803 13442 2101 3733 470 803 13442 2101 3733 480 779 13442 2101 3733 470 833 13442 2101 37563 470 833 13442 2125 3740 470 833 13442 2125 3740	453 815 616 1344 2095 3742
Bleibende Verkün $- \delta_0^i$ in $0/0 \cdot 10^{-10}$	enden Belastung	2 530 22 960 33 330 5	27 70 173 27 80 190 37 93 193 13 93 213 103 93 213 103 226 120 236 133 236 133 236	20 83 170 20 83 163 27 93 163 37 100 203 37 100 193 30 103 203 31 100 213 30 103 210 110 213 216 113 216 213 113 216 216	22 123 226
	bei den fol	ro 98500 145800	8468 16417 87 111 111 111 111 111 111 111 111 11	38 8345 16184 97 74 77 74 74 74 74 74 74 74 74 74 75 16184 75 74 74 74 55 16184 75 55 54 55 55 54 55 57 55 55	63
Gesantverkürzung $-\delta_b$ in $0/_0 \cdot 10^{-10}$		0 33330 53750 737	2 2157 3786 576 2 2197 3909 588 5 2297 3909 587 5 2244 4053 507 5 22241 4053 660 6 2244 4099 613 2 2254 4099 614 2 2201 4146 652 2 2304 4156 633 2 2304 4156 633 4169 633 4156 633 2 2304 4156 633 4156 633 633 633	2 2188 3833 570 2 2234 3979 588 9 2244 4036 599 9 2271 4086 607 2 2281 4119 611 2 2231 4149 614 2 2231 4146 614 2 2301 4186 626 2 2301 4186 626 2 2311 4222 622 2 2341 4222 622 2 2341 4222 626 2 2341 4222 626	2323 4207 634
	20	I2530 22960	626 134 632 137 632 137 643 1397 626 140 629 141 143 144 144 147 147 147	616 1365 626 1400 636 1410 643 1412 643 1423 649 1442 649 1445 649 1445 1446 649 1445 1446 1446 1446	639 1467
säule Ge-	Nr. messen	IGIN	77 77 77 77 77 75 66 67 77 77 77 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10	78 75 66 66 66 77 78 87 77 81 10	Mittel für die letzte Belastungsreihe

Tabelle 68. Längenänderungen des Betons in den Säulen der Ergänzungsreihe 2. 165

Ouerbewehrung: Umgehakte Ringe aus besonders hartem Eisen (kalt gezogen, s. Tabelle 64, Material 5 und 8). bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung.

L

	5.0		73710	3916	4010	405	412	4120	415	4149	421:	4205		2		
	kürzun 10 ⁻⁵		53750	2644	2724	2721	2761	2771	2784	2794	2801		1121			0
,	de Verl in ⁰ / ₀ .	1	33330	1522	1538	1545	1548	1555	1552	1562	1568	1578	1582			
	Federn $-\delta'_b$. (1200	22 960	959	926	626	666	1002	1002	992	1002	966	1002	1012	1009	
			12 530	452	483	476	476	476	476			2002	1111 5			
		in kg	73710	603	639	683	693	719	746	769	759	273	1110			
0	kürzung 10 ⁻⁵	ngen	53750	373	393	413	420	432	430	440	433	1470	101 20			
0	, in %0.	lastu	33 330	180	206	206	216	220	236	243	246	246	246			•
/	Bleiber $-\delta_i^{\prime}$	en Be	22 960	100	OII	117	120	120	123	133	130	137	137	147	147	
		lgend	12 530	40	37	47	57	57	22		1	NA N	Town of			
		en fo	145 800	12321						-		11-214				
		beid	98 500	6747												
	rzung 10 ⁻⁵		73710	4522	4659	4735	4815	4848	4898	4918	4962	4975	5008			
	mtverkü in ⁰ / ₀ ·		53750	3017	3117	3134	3180	3203	3213	3233	3233	3247	0.0342.04			
20	Gesa $-\delta_b$		33 330	1702	1745	1752	1768	1775	1788	1805	1815	1825	1828	1822		100
		1	22960	1059	1086	1096	6111	1122	1126	1126	1132	1132	1139	1159	1156	1149
and and	22.		12530	493	519	523	533	533	533	533		1000	1	1		
Q	Be-	lastungs-	IGING	I	5	3	4	5	9	7	80	6	10	11	12	13
-unine -	Ge-	messen		100 01					in dar	Man.	MILLIE					
	Säule							79								

166 Tabelle 69. Längenänderungen des Betons in den Säulen der Ergänzungsreihe 2.

Tabelle 70.

Längenänderungen der Säulen mit umgehakten Ringen aus verschiedenartigem Eisen, gemessen zwischen den beiden Druckplatten.

1. Bis	174 240 k	g Belastun	g, letzte Be (s.	obach Tab. 6	tung n 7 bis	ach w 69).	viederl	noltem	Be- u	nd Ent	lasten		
Säulen	Querbe	wehrung		Verkürzung — d in $0/0 \cdot 10^{-4}$									
Nr.	Form	Zustand	Bedeutung	bei den folgenden Belastungen in									
	ronn	des Eisens	der Werte	12 530	22960	33 330	53750	73710	98 500	145800	174240		
73 74 75		weich		143 138 109	284 291 230	401 427 348	623 678 566	865 939 767	1122 1152 909	2082 1950 1591	2679 2854 2234		
Mittel		1.0.1	Gesamt-	130	268	392	622	857	1061	1874	2589		
76 77 78		hart	ver- kürzung	171 159 111	332 311 232	466 439 353	716 681 613	982 913 864	1219 1111 1066	2007 1786 1791	2665 2532 2758		
Mittel				147	292	419	670	920	1132	1861	2648		
79		besonders hart		95	210	321	550	775	975	1636	2237		
73 74 75		weich		50 47 33	120 109 77	167 171 117	254 261 193	341 356 258	-	-	-		
Mittel	um-		bleibende	43	102	152	236	318	-	-	-		
76 77 78	gehakte Ringe	hart	Ver- kürzung	73 73 38	155 144 77	222 192 116	334 281 209	456 355 307	111		111		
Mittel				61	125	177	275	373	-	-	_		
79		besonders hart		30	75	113	201	283	-	-	-		
73 74 75		weich		93 92 77	165 182 155	234 256 231	368 417 373	524 584 509					
Mittel			federnde	87	167	240	386	539	-	-	-		
76 77 78		hart	Ver- kürzung	98 87 74	177 167 155	244 247 237	382 400 404	532 557 557					
Mittel				86	166	243	395	549	-	-	-		
79		besonders hart		65	135	208	350	492		-	-		

2. Bei Belastungen über 174 240 kg.

Säulen Nr.		73	74	75	76	77	78	
Zustand des Eisens der	Bewehrung		weich		hart			
Gesamtverkürzung in ⁰/₀ · 10 ^{−4} bei den neben- stehenden Belastungen in kg	174 240 191 000 194 650 204 800 214 940 235 240 255 690 265 950 245 440 204 800 176 320 163 870 143 140		3366 	2308 	2731 		3269 	

10 10 10 10	s zwischen	resugkeiten	P für die unbewehr-	ten Säulen oo gesetzt		131			121		190	100				
	Verhältni	den Sauler	P bei weichem Eisen gleich 1			100			130		145	1				
	-	Worhältnie	$\frac{\text{Verhältnis}}{P_1} \cdot 100$			105	104	133	142 134	136	157	62				
ng: 90 lage.	Säulen	lastungen	des zugehöri-	gen Würfels P_1 kg	198500	193 200 198 500	196730	197 200	191 800	196300	189100	199 000				
	Festigkeit der	Bruchbe	der Säulen	P kg	194650	202360 219000	205330	262100	272800 267590	267 500	296720	156230				
		Belastung	beim Beginn	der Rißbildung kg	122 550	174240 174240	157 010	172170	174.240 145.800	164070	172170	144420				
	Bezeichnung für den Zustand des Eisens				weich				hart		besonders hart	Mittel				
der Fruft	IS		Bruch-	dehnung 0/0		31,6 23,0			0,9		10,2 6,6					
Alter Del	uften des Eisen	ten des Eisen		$\frac{1}{\alpha} = E$		$\frac{1}{\alpha} = E$		$\frac{1}{\alpha} = E$		2 053 000			2 I 50 000		2 060 000 	nbewehrt
	igenscha	ler Que	g/qcm	σ_B		3950 4310	-		6310 6200		0669 0669	un				
	E	0	ungen k	G _S		3040 3220			5860 5920		6410 6710					
			Spann	бP		2660			2520		2400					
-		Säule = Nr.			73	75	Mittel	76	77	Mittel	62	8688				

1) Von den beiden Zahlenreihen zu derselben Säule gilt die obere für Proben aus den gewalzten oder gezogenen Stangen, die untere für Proben

aus den fertigen Ringen.

deren Querbewehrungen aus Eisen verschiedener Festigkeit gefertigt sind. Form der Säulen: achtseitig mit 900 qcm Querschnitt und 1,30 m Länge. Tabelle 71. Druckversuche mit den Säulen 73 bis 79,

Querbewehrungen: Umgehakte Ringe aus 0,7-cm Eisen; Abstand 3 cm.

Längsbewehrungen: 8 Rundeisen von 1,4 cm Durchmesser.

168

Tabelle 71. Druckfestigkeiten der Säulen Ergänzungsreihe 2.

Tabelle 72. Längenänderungen des Betons

bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung.

			73710	4272 4426 4456 4472 4512 4552 4552 4555 4555 4555 4555	3926 4026 4073 4103 4139 4166 4196 4220	4372 4489 4582 4662 4662 4662 4662 4715 4715 4719 4732 4759	4521
9 und 10).	ürzung 10 ⁻⁵		53750	2917 2977 3000 3034 3050 3054 3054 3054 3090	2667 2751 2757 2777 2794 2821 2832 2833 2833 2857 2857 2857 2857 2867	2917 3000 3054 3094 3100 3100 3117 3137 3137 3154	3037
	le Verk in ⁰ / ₀ -		33 330	1682 1714 1514 1714 1714 1742 1732 1718	1562 1582 1585 1602 1615 1615 1628 1628 1638	1678 1702 1712 1715 1712 1712 1752 1752	1703
aterial	Federno $-\delta_b''$	Gen .	22960	1062 1119 10966 11066 11069 1106	1002 1029 1039 1039 1049 1049	1076 1089 1096 1102 1112	1001
64, M			12530	452 503 506 506	466 473 470 470 470 476 486 486	240 506 519 519	504
Tab.		in kg	73710	486 473 543 553 553 553 553 553 553 553 553 55	493 509 556 566 566 566 566 566	619 656 689 716 723 716 723 726 766 766	649
er (s.	ürzung 10-5	ngen	53750	276 300 316 320 355 356 356 356 356 356 356 356 356 356	323 340 350 350 353 353 353 353 350 355 355 35	346 403 413 416 433 450 450 466 466 466	413
chmess	de Verk in ⁰ / ₀ .	lastu	33330	143 157 186 193 183 200 200	163 183 193 200 203 205 206 206 206 210 210	147 157 179 190 210 220 220	210
m Dur	Bleiben $-\delta_{b}^{'}$	en Be	22960	93 100 97 110 110	93 103 107 117 117 1123 123	77 87 103 107 107 107	113
I,2 C		gend	12530	70 53 53	20 30 53 53 53	10 30 30	45
uov na		n fol	145800	12008	11192	13303	1
m Eise		oei de	98 500	6960	6320	7439	1
ichei	g_01 gunz.	1	73 710	4759 4898 4958 5015 5015 5015 5015 5113 5113 5113 5113	4419 4535 46535 4653 4653 4733 4733 4739 4785 4785	4992 5271 5271 5338 5338 5445 5445 5445 5524 5524	5185
us we	ntverkür in ⁰ / ₀ · :	2000	53750	3193 3277 3317 3317 3353 3353 3353 3353 3353 33	2990 3157 3157 3157 3157 3157 3157 3257 3217 3217 3250 3250 3250 3250	3263 3467 3467 3510 3550 3556 3556 3556 3556 3556 3556 355	3451
inge a	Gesan $-\delta_b$		33330 53	1825 1871 1918 1918 1925 1925 1915 1941	1725 1765 1778 1802 1818 1822 1828 1828 1838 1838 1848 1851	1825 1858 1901 1901 1921 1971 1971	1921
akte R			22 960	1156 1219 1198 1202 1202 1209 1215 1215	1096 1132 1146 1156 1156 1172 1172 1182	1152 1182 1182 1199 1202 1209 1219 1215	1205
Umgeh			12530	523 559 5566 5666	486 502 513 513 519 539 539 539	(249) 533 549 549 549	551
ehrung: 1	Be-	lastungs-	ATTAL	н 6 6 7 6 6 7 1 1 1 0 8 8 7 6 6 7 1 1 1 0 8 8 7 6 6 7 1 1 1 0 8 7 7 6 7 7 1 1 1 0 8 7 7 7 7 7 1 1 1 0 8 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7	1 2 2 2 2 2 2 1 1 2 2 2 1 1 2 2 2 1 1 2 2 2 1 1 2 2 2 2 1 1 2	н с. 6, 6, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5, 5,	ie letzten reihen
Querbew	Ge-	messen		1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1. 1	in der Mitte	•	werte für d obachtungsr
	Säule	Nr.		8	18	82	Mittel

Tabelle 72. Längenänderungen des Betons in den Säulen der Ergänzungsreihe 3. 169

Tabelle 73. Längenänderungen des Betons

bei stufenweiser Laststeigerung und wiederholtem Entlasten auf 2090 kg Anfangsbelastung.

			73710	5058 5128 5128 52185 5251 52311 53348 53348 53371 5435 5435	4182 4256 4289 4382 4369 4442 4442 4442 44432 44432 44456 44456 4475 4475	3643 3726 3726 3820 38336 38336 3886 3886 3886 3903	4619
d II).	türzung 10 ⁻⁵		53750	3443 3546 3558 35583 35583 35560 35500 35500 35500	2840 2880 2927 2927 2929 2990 3010 3017 3017 3027	2517 2577 2587 2587 25814 2614 2614 2614 2614 2634 2654	3114
	de Verk in ⁰ / ₀ .		33330	2018 2011 2035 2045 2045 2068 2068	1638 1668 1688 1688 1688 1682 1682 1682 168	1455 1489 1492 1502 1505 1505 1502 1502 1502 1512	1772
1 9 un	Federn $-\delta_b''$		22 960	1279 1322 1312 1312 1315 1315 1319 1319 1342	1068 1082 1089 1096 1092 1089	949 959 966 966 969 976 982	1138
Aateria			12 530	589 619 609	519 505 516 516	446 453 453 450 456 456	527
64, Ma		in kg	73710	539 609 633 633 633 639 659 676 699 716 716	470 526 5369 583 613 613 613 619	519 536 559 559 576 599 623 623 633 643	660
s. Tab.	ürzung 10-5	ngen	53750	340 363 363 363 406 410 413 405 405	296 335 355 355 355 355 355 355 355	313 333 353 356 356 376 396 403 403	389
esser (de Verk in ⁰ / ₀ .	lastu	33 330	173 193 196 203 196 193	147 147 143 173 173 180 196 200 206 206 206	157 163 173 173 196 193 196 203 203 203 210	204
urchm	Bleiben $-\delta_b^{'}$	en Be	22 960	90 113 120 127 130 130 133	93 100 97 93 97	63 80 87 97 103 103	III
cm D		gende	12 530	37 17 37 37	30 47 57 57 57	23 27 30 30 30	41
01 I,2		in fol	145 800	14116	11556	10423	ŀ
isen vo		ei de	98 500	8142	6763	6047	<+
nem E	2-01	1	737IO	5598 5738 5738 5818 5891 5987 5987 6047 6047 6104 6154 6154	4652 4762 4815 4928 4935 4935 5045 5045 5045 5045 5045 5108 5117 5117	$\begin{array}{c} 4163\\ 4262\\ 4329\\ 43396\\ 44336\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 4452\\ 44552\\ 44552\\ 44552\\ 44552\\ 44552\\ 44552\\ 45562\\ 45662$	5278
s weic	ntverkür in $0/0$.		53750	3783 3936 3936 3936 4026 4029 4056 4053 4066	3137 3217 3267 3267 3297 33397 33367 33367 33367 33367 33367 33367 33367 33367 33367 33367 33367	2831 2910 2940 2940 2980 2994 3000 3010 3037 3057 3057	3520
en au	Gesar $-\delta_b$	- Look	33330 53	2191 2204 2231 2248 2248 2264 2264 2264	1784 1815 1815 1815 1868 1868 1878 1878 1931 1928 1931	1612 1652 1652 1689 1689 1689 1689 1705 1705 1705 1705 1722 1733	1978
piral		1010	22960	1369 1419 1425 1422 1442 1449 1449 1449 1475 1462	1162 1182 1185 1185 1185 1185 1185	1012 1039 1052 1066 1079 1086 1086	1244
ng: S]			12530	626 636 653 663 663 663	549 553 559 576 576	470 476 480 480 486 486 486	575
erbewehru	Be-	Iastungs-		1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0	1 2 2 2 2 2 2 1 1 1 2 2 2 2 2 1 1 1 1 2 2 2 2 2 1	н 8 % 4 % % % % % % % % % % % % % % % % %	ie letzten ihen
Que	Ge-	messen .			in der Mitte		werte für d selastungsre
	Säule	Nr.		83	84	85	Mittelv E

170 Tabelle 73. Längenänderungen des Betons in den Säulen der Ergänzungsreihe 3.

Tabelle 74. Längenänderungen des Betons

40

۵	Säule	Nr.		86	87	80	Mittelw				
el stur	Ge-	messen		in der Mitte							
enweiser	Be-	lastungs- reihe	ICILIC	н 2 % 4 % 7 % 6 % 1 П	н 6 65 10 11 10 8 2 2 2 2 11	и с. 4 2 2 2 1 1 1 0 8 2 2 2 2 1 1 1 0 1 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0 1 1 1 1	lie letzten ihen				
Lasts			12530	473 473 519 523 523 523 533 543 543 543 543 543 543 543 553	496 506 506 503 496 503 500 500	432 456 463 466 466 466	508				
teiger			22 960 33 330	10466 10566 1079 1079 1082 1089 1112	1032 1062 1072 1096 1092 1099	939 962 979 986 9966 1019 1019	1077				
n Bun	Gesar $-\delta_b$			1595 1628 1648 1655 1655 1655 1672 1688 1695 1705 1705	1658 1688 1705 1722 1722 1742 1745 1745	1499 1535 1535 1558 1558 1555 1598 1598 1605 1612	1687				
IM DU	mtverkür in ⁰ / ₀ ·		53750	2771 2857 2907 2924 2980 3023 3020 3050 3050 3050	2897 3020 3074 3074 3124 3124 3137 3137 3187 3187 3183	2657 2657 2751 2777 2777 2817 2817 2817 2840 2880 2880 2944 2944 2934	3056				
eaern	zung 10 ⁻⁵		73710	$\begin{array}{c} 4176 \\ 4176 \\ 4389 \\ 4389 \\ 4486 \\ 4542 \\ 4542 \\ 4619 \\ 4679 \\ 4672 \\ 4705 \end{array}$	$\begin{array}{c} 4349\\ 44529\\ 4529\\ 4585\\ 4585\\ 4585\\ 4585\\ 4769\\ 4765\\ 4762\\ 4762\\ 4762\\ 4762\\ 4762\\ 4762\\ 4762\\ 4769\\ 4762\\ 4769$ 4769\\ 4769 4769 4760\\ 4769 4760\\ 4760 4760\\ 4760 4760 4760\\ 4760	$\begin{array}{c} 3983\\ 3983\\ 4272\\ 4329\\ 4329\\ 44466\\ 44569\\ 44566\\ 44512\\ 45525\\ 45512\\ 45512\\ 45525\\ 45512\\ 45512\\ 45512\\ 45525\\ 45512\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 455222\\ 4552222\\ 4552222\\ 4552222\\ 4552222$	4685				
mailo		bei d	98 500	6590	6297	1809	1				
Enua		en fol	145 800	- 1	12421	14595	Ι,				
Halsh		gend	12530	43 57 67 67 67 83 87 103 110 1110	23 30 27 27 27 27 27 17 17 17 17	23 33 40 43 43 43	57				
07 INP	Bleibene $-\delta_b^{i}$	en Belastu	22 960	143 153 153 170 170 173 176 176	70 73 97 97 97	83 97 117 113 1133 133 133	137				
AN OG	de Verk in ⁰ / ₀ .		33 330	220 250 250 256 256 256 283 283 283 283 283 283 283 283 283 283	160 176 186 196 200 200	196 200 210 236 236 253 253 253	245				
WITT	ürzung 10 ⁻⁵	ngen	53750	416 446 446 463 519 523 536 536 536 536 546	369 396 3396 433 447 447 447 447 447 447 480 480	336 336 473 473 480 493 519 556 556 556	527				
oneăm	2015	in kg	73710	726 773 819 889 926 939 952 966 986 986	669 709 789 799 823 833 842	803 852 852 869 912 939 976 996 1049 1046 1102	926				
Innept			12530	430 440 453 445 440 443 436 436 440	473 476 486 486 486 483 483 483	410 423 423 423 423	449				
à.	Federn - $\delta_b^{''}$		22 960	902 912 909 919 919 919	962 989 999 999	856 866 872 872 872 872 886 886	935				
THO WOAT	de Verk in ⁰ / ₀ .		33 330	1376 1389 1399 1399 1399 1395 1395 1405 1412 1412	1499 1512 1512 1525 1525 1542 1542	1302 1335 13339 13339 13335 13355 13355 13555 13555 13555	1439				
	ürzung 10 ⁻⁵		53750	2354 2411 2414 2448 2468 2468 2468 2468 2501 2504	2527 2654 2664 2664 2664 2661 2681 2687 2687 2687 2687 2701	2321 2321 2304 2314 2314 2334 2334 2334 2335 2348 23358 23358 23358 23358 23358 23358 23358	2531				
			73710	3450 3556 3570 3570 3576 3646 3646 3666 3673 3673	3680 3790 3846 3846 3846 3869 3869 3883 3919 3919 3919 3919	3180 3377 3403 3417 3470 3470 3460 3463 3463 3453 3453	3687				

Tabelle 74. Längenänderungen des Betons in den Säulen der Ergänzungsreihe 3. 171

172 Tabelle 75. Längenänderungen der Säulen Ergänzungsreihe 3.

Tabelle 75.

Längenänderungen der Säulen mit Bewehrungen aus 1,2 cm Eisen, gemessen zwischen den beiden Druckplatten bis 204800 kg Belastung. Letzte Beobachtung nach wiederholtem Be- und Entlasten (s. Tab. 72 bis 74).

C" 1	Form	Verkürzung — δ in $^0/_0 \cdot 10^{-4}$											
Nr.	der Quer-	Bedeutung	b	ei d	en fo	lgen	den	Belas	tunge	en in	kg		
	bewehrung	Werte	12 530	22960	33 330	53 750	73710	98 500	145 800	174 240	204 800		
80 81 82	umgehakte Ringe		132 138 129	267 289 264	393 418 389	610 647 615	813 921 846	1015 1087 1208	1628 1783 1771	2174 2317 2313	3005 3374 3268		
Mittel			133	274	400	624	860	1103	1727	2268	3216		
83 84 85	Spirale	Gesamt- Verkürzung	97 134 96	223 282 208	332 427 315	554 652 516	785 861 722	988 1050 913	1564 1656 1494	2005 2070 1949	2715 2854 2807		
Mittel	h share		109	238	358	574	789	983	1571	2008	2792		
86 87 88	unbewehrt		123 140 129	231 263 248	326 381 355	508 601 576	723 821 841	975 1029 1067	1793 2194	-			
Mittel	1.2221		131	247	354	562	795	1023	[1994]	-	-		
80 81 82	umgehakte Ringe		48 58 47	99 130 97	143 185 150	209 275 234	271 397 314	-	_	1	-		
Mittel			51	108	159	239	327		-	-			
83 84 85	Spirale	bleibende Verkürzung	27 55 28	68 117 62	106 181 95	178 269 152	259 324 217	_	- 4	_	-		
Mittel	BARAS I			82	127	200	267	-		-	-		
86 87 88	unbewehrt	ehrt		77 111 91	105 158 131	158 249 215	233 342 338	-		-	-		
Mittel			51	93	131	207	304	-	-	-			
80 81 82	umgehakte Ringe		83 80 81	169 159 167	250 233 236	400 374 382	543 524 533	-	-	-	-		
Mittel			81	165	240	385	533	-	-	-	-		
83 84 85	Spirale	federnde Verkürzung	70 79 70	155 165 147	227 246 220	376 383 317	526 537 510	-	-	-	-		
Mittel			73	155	231	359	524	-	-	-	-		
86 87 88 Mittel	unbewehrt		82 73 80	154 152 157	221 222 224	351 351 362 354	490 479 503	-	-	-	-		
mitter			10	104	222	00±	101	-	-	-			
Tabelle 75a. Längenänderungen. Tabelle 76. Druckfestigkeiten der Säulen Ergänzungsreihe 3. 173

Tabelle 75a.

Längenänderungen der Säulen mit Bewehrungen aus 1,2 cm Eisen, gemessen zwischen den beiden Druckplatten bei Belastungen über 204 800 kg.

Säulen 1	Nr.	80	81	82	84	85	
Form der Querbewehrung		umgehakte Ringe			Spirale		
Gesamt- verkürzung in 0/0 · 10 ⁻⁴ bei den nebenstehenden Belastungen in kg	204 800 225 090 229 150 235 240 265 950 296 720 326 940 333 370 350 440 353 050 350 360 322 920 324 920	4143	3 846 5 692 6 731 9 808 13 885 26 577	3 904 6 193 9 077 12 558 18 962 44 037 59 788	3 388 5 096 8 270 12 212 24 442 38 962	3 000 4 269 7 731 10 500 15 500 43 135 62 808	
	186 530		03 115,		67 212		

Tabelle 76.

Vergleich der Säulenfestigkeiten bei Bewehrung mit Ringen und Spiralen aus Eisen von 1,2 cm Durchmesser.

Achtseitige Säulen von 1,3 m Länge.

A	lt	e	r	:	9	0	.1	a	g	e.	
					-				-		

Säule Nr.	Bewehrung					Belastung	Bruchbelastung		Verhältnis der Bruchfestigkeit	
	Längseisen Anzahl Durch- messer		Quer Abstand Eisen- oder durch- Ganghöhe messer		Eisen- durch-	beim Beginn der Riß- bildung	der Säulen P	des zu- gehörigen Würfels P	Säule zu Würfel $\frac{P}{D} \cdot 100$	bewehrt zu un- bewehrt
		cm		cm	cm	kg	kg	kg	$[r_1]_{0 _0}$	0/0
80 81 82 Mittel	8	ge I,6	um- gehakte Ringe	3	I,2	198 710 174 240 174 240 182 400	348 230 334 970 354 260 345 820	198 500 193 200 199 900 197 200	175 173 177 175	221
84 85 Mittel	Spirale	Spirale	pirale		204 800 184 500 198 030	333 370 357 470 351 750	191 800 198 500 193 400	173 180 182	225	
86 87 88 Mittel	ι	ınbeweh	urt		-	155 370 132 010 145 880 144 420	155 370 167 400 145 880 156 230	197 200 199 900 199 900	79 84 73 79	100

Druck von Oskar Bonde in Altenburg.











