

Pfosten und Maste

Zement-Verarbeitung Heft 3

11.—15. Tausend

Zementverlag
G. m. b. H.



Charlottenburg
Knesebeckstr. 74

1917

G. 19. a

126

G. 19. a / 126

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297372

Pfosten und Maste

Herausgeber:

Dr.-Ing. Riepert

Kgl. Regierungsbaumeister a. D.



Zement-Verarbeitung Heft 3

11.—15. Tausend

Zementverlag G. m. b. H., Charlottenburg, Knesebeckstr. 74

1917

(32880)

X
2412

G. 1922/126



11-348565

Nachdruck verboten — Alle Rechte vorbehalten.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA
KRAKÓW

~~112015~~

BPL-3-282/2017
Akc. Nr. ~~323~~ 150

Pfosten und Maste.

Bis vor nicht zu langer Zeit waren die für Pfosten und Maste fast ausschließlich in Frage kommenden Baustoffe Holz und Eisen, von denen das letztere hauptsächlich bei hohen Belastungen und künstlerischen Ausführungen verwendet wurde. Pfosten wurden in seltenen Fällen, z. B. bei sonst eisernen Zäunen auch aus Mauerwerk hergestellt, eine Bauweise, die wegen des großen Arbeits- und Materialaufwandes sowie reichlichen Raumverbrauches sehr teuer wurde und daher nur bei anspruchsvollen Bauten in Frage kam. Im allgemeinen schlossen die Vorzüge von Holz und Eisen jede andere Konkurrenz aus.

In neuerer Zeit hat nun die Verwendung dieser Stoffe dadurch eine bedeutende Einschränkung erfahren, daß der Beton und Eisenbeton auf Grund ihrer hervorragenden Eigenschaften mit jenen in erfolgreichen Wettbewerb getreten sind. Es ist eine bekannte Tatsache, daß Holz im Erdboden, solange es sich nicht dauernd im Grundwasser befindet, besonders in der Nähe der Erdoberfläche unter dem Zusammenwirken von Luft und Feuchtigkeit sehr bald in Fäulnis übergeht. Mit Hilfe einer Reihe von Imprägnierungsmitteln ist es gelungen, diese Gefahr einzuschränken. Trotzdem bleibt die Lebensdauer des Holzes, das im Erdboden eingelassen ist, begrenzt und geht über 10 bis 15 Jahre gewöhnlich nicht hinaus. Hohe Unterhaltungskosten für Aufsicht, Ausbesserungen, Anstriche und Ersatz des verrotteten Materials sind unausbleibliche Folge. Hinzu kommt noch bei Masten, daß durch häufige Reparaturen und Umbauten der Betrieb der Leitungen in empfindlicher Weise gestört wird.

Die Lebensdauer eiserner Pfosten und Maste ist bei sachgemäßem Einbau und zweckentsprechender Behandlung größer als die des Holzgestänges, bleibt aber immerhin wegen der Rostbildung, die durch ähnliche Verhältnisse wie die Fäulnis des Holzes begünstigt wird, beschränkt. Die Unter-

Nachteile von
Holz und Eisen

haltungskosten für ständige Kontrolle und häufige Anstriche spielen auch bei ihnen eine beachtenswerte Rolle und fallen um so mehr ins Gewicht, als bereits die Neukosten der Eisenkonstruktionen die der Holzbauten ganz bedeutend übersteigen.

Vorzüge des
Betons und
Eisenbetons.

Bei der großen Widerstandsfähigkeit des Betons und Eisenbetons gegen äußere Einflüsse und seiner großen Wirtschaftlichkeit, die bereits von vielen anderen Bauten bekannt waren, lag es nahe, diese hervorragenden Eigenschaften, die sowohl bei Holz wie bei Eisen fehlen, auch für Pfosten und Maste auszunutzen. Die gemachten Erfahrungen haben die gehegten Erwartungen im vollen Umfange bestätigt. Die Maste und Pfosten aus Beton und Eisenbeton haben eine unbegrenzte Lebensdauer, verlangen gegen äußere Einflüsse gewöhnlich keine besonderen Schutzmittel und garantieren bei elektrischen Leitungen große Betriebssicherheit, ohne daß sie außergewöhnlich hohe Kosten verursachen. Wegen dieser Vorzüge liegt eine genauere Bekanntschaft mit diesem verhältnismäßig jungen Anwendungsgebiete des Eisenbetons im allgemeinen Interesse.

Pfosten.

An erster Stelle sollen die Pfosten besprochen werden, da sie wegen ihrer vielseitigen Verwendungsmöglichkeit für jedermann von Bedeutung sind, während die Maste, die nur für einzelne Sondergebiete der Technik von Wichtigkeit sind, im zweiten Teile behandelt werden sollen.

Verwendung
der Eisenbeton-
pfosten.

Die Eisenbetonpfosten besitzen ein sehr umfangreiches Anwendungsgebiet. Sie werden für Geländer, Zäune, Einfriedigungen, Wände, leichte Schuppenbauten und Lauben, als Wäschepfosten, Pfosten für Reklametafeln, Wegweiser, Laternen, Füße für Gartentische und -bänke, Pfosten für Futterplätze im Felde, für Heu- und Strohschober, für Wein- und Obstspaliere und viele andere ähnliche Zwecke ausgeführt. Die Bedeutung, die sie heute bereits erlangt haben, ist daraus ersichtlich, daß ein großer Teil des Betriebes vieler einschlägiger Spezialfirmen durch die fabrikmäßige Herstellung der verschiedenen Pfostenarten ausgefüllt wird und auch Maschinenbauanstalten die Fabrikation von zweckmäßigen Stampfformen als aussichtsreiches Arbeitsgebiet in ihren Betrieb aufgenommen haben. Einige der wichtigeren Pfostenarten sollen weiter unten ausführlicher behandelt werden.

Herstellung.

Die Herstellung der Pfosten selbst bietet, solange keine komplizierten Ausführungen in Frage kommen, die man besser den mit Erfahrung ausgestatteten Spezial-

geschäften überläßt, keine besonderen Schwierigkeiten und kann besonders bei größerem Bedarf und günstiger Bezugsmöglichkeit der Betonrohstoffe von dem Verbraucher selbst



Abb. 1. Orkanpfostenformen. (Carl E. Grähn Berlin-Pankow.)

übernommen werden, da auf diese Weise die Transportkosten fortfallen.

Die Gesichtspunkte, die bei der Fabrikation zu beachten sind, seien in folgendem zusammengefaßt:



Abb. 2. Herstellung von Orkanpfosten.
(Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

Die Pfosten werden auf einer festen ebenen Unterlage (Holz, Eisen, Betonstrich) mittels einer rahmenförmigen Form angefertigt, die aus zwei Längsstücken, der Fuß- und Kopfplatte besteht und mittels Schrauben zusammengehalten wird. Die im Handel erhältlichen Formen sind durch zweckmäßige Verstelleinrichtungen meist für verschiedene

Querschnittsabmessungen, sowie für parallelkantige und konische Ausführungen eingerichtet und können häufig durch

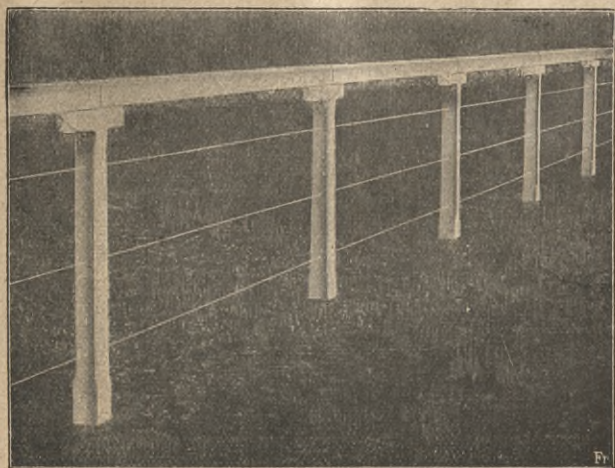


Abb. 3. Orkanpfosten mit horizontalem Kopfstück.
(Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)



Abb. 4. Parkeinfriedigung. (Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

entsprechende Verlängerungsstücke zur Herstellung von Pfosten mit gekrümmten oder geknickten Kopfenden verwendet werden. Diese Verlängerungsstücke werden mit

unter in besonderen Formen hergestellt und nachträglich auf die fertigen Pfosten aufgesetzt; besser ist aber ihre Herstellung im Zusammenhange mit den Pfosten. Es kommen auch feste Formen vor, die nur für eine Pfostenart bestimmt sind.

Diese Formen bestehen gewöhnlich aus Eisen, können jedoch auch aus Billigkeitsrücksichten bei Verwendung für eine geringe Pfostenzahl in Holz hergestellt werden. Die Abb. 1 zeigt eine Reihe von Orkanpfostenformen, wie sie von der Betonpfosten- und Formenfabrik Carl E. Grähn, Berlin-Pankow, in den Handel gebracht werden; in der zweiten Abbildung ist die Herstellungsweise von Orkanpfosten dargestellt. Die beiden Abbildungen lassen die wichtigsten Einrichtungen der Formen und ihre einfache Verwendung deutlich erkennen, so daß genauere Erläuterungen überflüssig erscheinen.

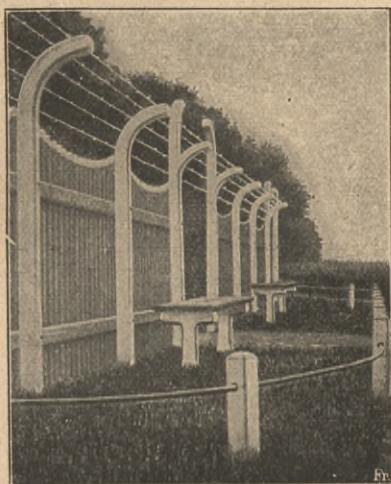


Abb. 5. Orkanpfosten für Gartenzäune und -bänke.

(Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

Die Herstellung selbst geht in der für Eisenbetonbauten üblichen Weise vor sich. Nachdem die glatten Innenflächen der Form sauber gereinigt und leicht geölt sind, um ein Haften des Betons an der Form zu vermeiden, wird eine dünne Betonschicht, die an Stärke der für die Eisen gewünschten Deckung entspricht, eingebracht. Darauf wird das Eisen gerippe, aus Längsrundeisen, die in Abständen von 15 bis 20 cm mit Bindedraht fest verschlungen sind, entsprechend der Berechnung verlegt und das Einbringen des Betons fortgesetzt. Die für Nuten, Öffnungen oder andere Aussparungen erforderlichen Kerne sowie Drahtösen zur späteren Befestigung des Zaundrahtes usw. werden in der gewünschten Lage an dem Eisengerippe oder an der Form befestigt, so daß ihre richtige Anordnung gesichert bleibt. Loses Verlegen der Kerne und Ösen erfordert zur Wahrung der bestimmten Lage geübte Arbeiter und vorsichtige Arbeit, ist daher im allgemeinen nicht zu empfehlen. Für den

zur Verwendung kommenden Beton ist ein Mischungsverhältnis von 1 Teil Zement auf 3 bis 5 Teile Kiessand bis



Abb. 6. Orkanzaunpfosten. (Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

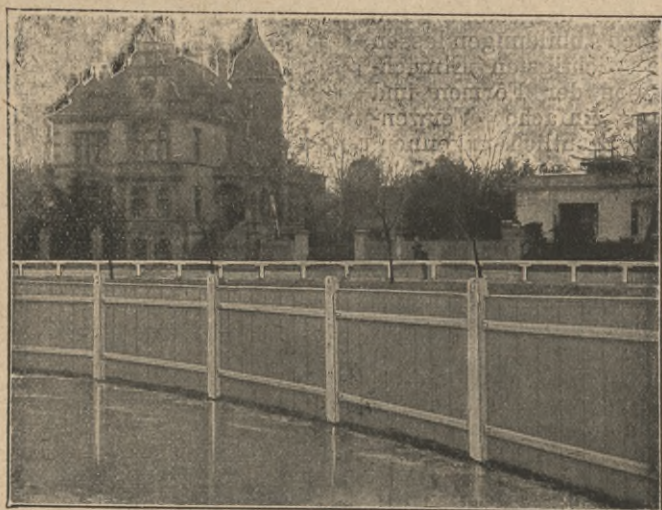


Abb. 7. Bretterzaun mit Reformpfosten.
(Gubener Cementformen- und Maschinenfabrik Wolf & Co.)

zu 15 mm Korngröße zu wählen. Bei seiner Aufbereitung sind die in der Broschüre „Mischen und Verarbeiten von Beton“¹⁾ gegebenen Regeln streng zu beachten. Gleich-

1) Dieses Heftchen ist ebenfalls vom Deutschen Zement-Bund herausgegeben und von den Zementfabriken kostenlos zu beziehen.

mäßige Füllung der Form und genügendes Stampfen des Betons sind für die Güte der Pfosten von einschneidender Bedeutung. Bereits nach wenigen Stunden, bei sorgfältig bemessenem Wasserzusatz und genauer umsichtiger Arbeit sogar gleich nach Beendigung des Stampfens, kann die Form entfernt werden, wobei jedoch die Unterlage nicht gestört werden darf. Nach ein bis zwei Tagen werden die abgebundenen Körper auf eine eingeebnete Sandlage gekippt und 14 Tage in feuchtem Sand gelagert. Nach dieser Zeit können sie eingebaut oder nach einem offenen Lagerplatz verbracht werden.

Entsprechend der Bedeutung und der Verwendungs-

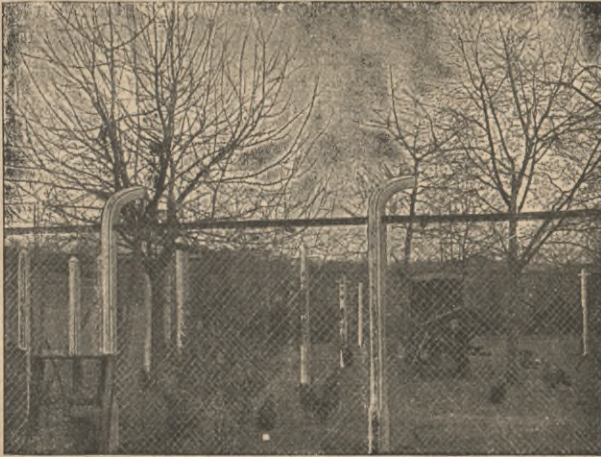


Abb. 8. Hühnerhof mit Reformpfosten.
(Gubener Cementformen- und Maschinenfabrik Wolf & Co.)

stelle der Pfosten werden an Gestalt und Bearbeitung mehr oder weniger hohe Anforderungen gestellt. Für Feldeinfriedigungen, gewöhnliche Gartenzäune u. dgl. kommen glatte, unbearbeitete Pfosten zur Verwendung, während für Umzäunungen von Landhausgärten und Anlagen in landschaftlich hervorragender Umgebung besondere Sorgfalt auf die Formgebung und Flächenbehandlung, wie Putz und steinmetzmäßige Bearbeitung zu legen ist. Besondere Wünsche bezüglich Farbe, Struktur oder Ähnlichkeit mit Naturgestein werden wie bei jedem anderen Bauwerk aus Beton leicht durch entsprechende Wahl und Mischung der Zuschlagstoffe erreicht. Dieses Anpassungsvermögen sowie die konstruktiven und wirtschaftlichen

Vorzüge bewirken die unbegrenzte Verwendungsmöglichkeit der Pfosten aus Eisenbeton.

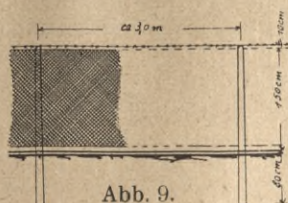


Abb. 9.

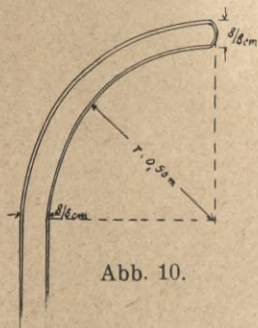


Abb. 10.

Die Pfosten sind hinsichtlich ihrer Gestalt an keine bestimmten Gesetze gebunden. Es haben sich jedoch für die einzelnen Verwendungsgebiete auf Grund praktischer Erfahrungen bestimmte Formen herausgebildet, von denen die gebräuchlichsten hier besprochen und nach Möglichkeit im Bilde wiedergegeben werden sollen. Sie haben gewöhnlich rechteckigen Querschnitt und sind massiv, können jedoch durch entsprechende konische Kerneinlagen als Hohlpfosten ausgebildet werden. Die Hohlform verbilligt den Transport und verringert den Materialverbrauch, während ihre Herstellung sorgfältigere Arbeit erfordert und daher teurer wird. Der Querschnitt, der bei den jeweiligen örtlichen Verhältnissen am billigsten wird, ist als der vorteilhafteste zur Ausführung zu wählen.

Für Geländer werden gewöhnlich gerade, parallelkantige Konstruktionen verwendet, die bisweilen zwecks besserer Auflagerung und bequemer Befestigung des Holmes, wie in Abb. 3 ersichtlich, zweiseitige Auskragungen erhalten. Zur Ausfüllung der Felder zwischen den Pfosten werden meist eiserne Gasrohre oder Drähte durch entsprechend ausgesparte Öffnungen gezogen.

Für Zäune und Einfriedigungen, von denen einige Beispiele in den Abbildungen 4 bis 9 wiedergegeben sind, kommen mannigfache Ausführungen zur Verwendung. Die Zaunpfosten haben einen bis über Erdoberfläche reichenden parallelkantigen Fuß und gehen dann in den schwach konisch geformten Schaft über. Bei größerer Höhe erhalten sie bisweilen zu dekorativen Zwecken einen profilierten Aufsatz oder zur Befestigung von Stacheldrähten überkragende Krümmungen (Abb. 10). Die Zaunfelder werden durch Einzeldrähte (Abb. 3 und 4), Drahtgitter (Abb. 8 und 9), Eisen- oder Holzstangen (Abb. 5 und 6), Holz- oder Eisenstakets, Holz- oder Eisenbetonbretter

(Abb. 7), oder eine Kombination beider abgeschlossen. Bei der letzterwähnten Anordnung wird die unterste, der Fäulnis besonders ausgesetzte Bohle aus Eisenbeton, die dar-

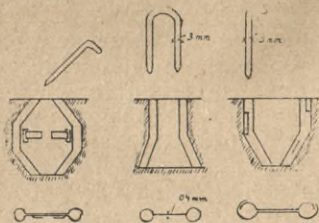


Abb. 11.

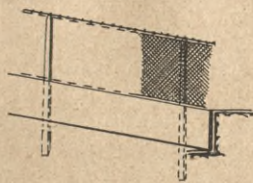


Abb. 12.

über liegenden aus Holz hergestellt. Die Befestigung der Drähte erfolgt durch Einziehen in ausgesparte Öffnungen (Abb. 3), an Drahtösen, die in den Pfosten einbetoniert sind, oder mittels Nägeln oder Krammen, die in sogenannte Nagelhülsen, gekrümmte, der Nagelstärke entsprechende,

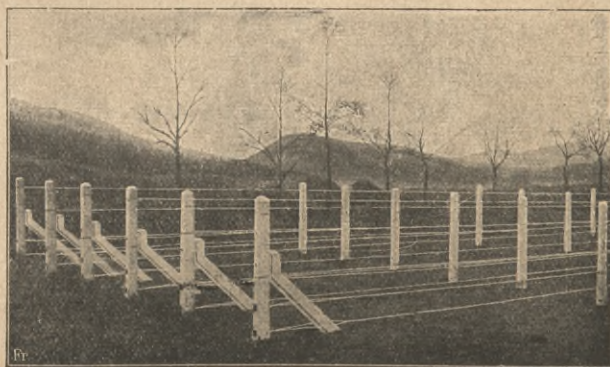


Abb. 13. Rebpfähle aus Eisenbeton. (Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

mit der Öffnung in die Wand des Pfostens verlegte Röhren, eingeschlagen und infolge der Krümmung festgehalten werden (Abb. 11). Drahtgitter werden ebenfalls an Drahtösen oder mit Nägeln und Krammen in Nagelhülsen, die von den angeführten Spezialfirmen zum Preise von etwa 2,00 *M* für 100 Stück geliefert werden, befestigt. Bei Verwendung von horizontal angeordneten Holz- oder Betonbrettern werden in den Pfosten der Bretterstärke entsprechende Nuten aus-

gespart, in die die Bretter hineingeschoben werden. Damit diese auf der ganzen Zaunhöhe die gleiche Länge erhalten können, gibt man bei derartigen Pfosten der Zaunrichtung parallel laufenden Querschnittsseite überall die gleiche Größe und läßt nur die andern nach oben hin kleiner werden. Auch bei Drahtgitterzäunen ordnet man am Erdboden gern eine Betonbohle an, die einen festen unteren Zaunabschluß sichert. Bei kleinen Terrainunterschieden ist es durch eine derartige Anordnung leicht möglich, das höher gelegene Erdreich abzustützen (Abb. 12). Bei vertikaler Stellung der Bretter werden die zu ihrer Befestigung erforderlichen Horizontalriegel an den Pfosten mit Bolzen

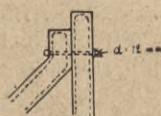


Abb. 14.

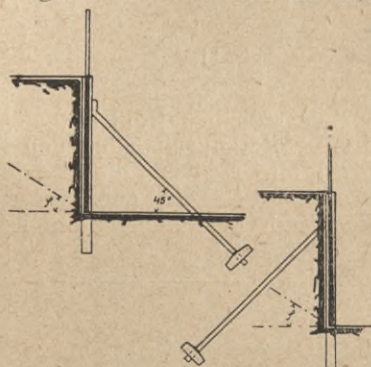


Abb. 15 a und b.

verschraubt (Abb. 7) oder in Aussparungen gesteckt und durch Holzsplinte am Verschieben gehindert. Eck- und Endpfosten erfordern bei Drahtzäunen gegen die seitlichen Zugkräfte Versteifungen, die gewöhnlich in Form von Streben aus Eisenbeton angebracht werden. Zwecks inniger Befestigung erhält die Strebe etwa 20 cm vom Kopfende einen Knick; der abgebogene Teil wird entsprechend Abbildung 14 mit Bolzen gegen die Pfosten verschraubt. Je nach der Zaunhöhe werden Bolzen von 12—16 mm Durchmesser verwendet (Abb. 13 und 14). Weniger sicher ist die Anfügung mit abgeschrägter Kopffläche.

Die gleiche Ausbildung und Befestigungseinrichtungen wie die Drahtzaunpfosten erhalten die neuerdings im Weinbau vielfach verwendeten Rebpfähle (Abb. 13). Besonders für den sogenannten Drahtrahmenbau bietet die Verwendung von Eisenbetonpfählen Vorteile. Der Abstand der Pfosten, zwischen die zur Befestigung der Reben die Drähte gespannt werden, beträgt 4—7 m. Der Zwischenraum zwischen den einzelnen Pfostenreihen richtet sich nach der Entfernung der Reihen der Weinstöcke. Die Mittelpfosten

erfordern nur geringe Abmessungen, während die Endpfosten kräftiger ausgebildet und gegen den Drahtzug abgesteift werden. Abgesehen von der Unvergänglichkeit und den übrigen Vorzügen zeichnen sich die Rebpfähle aus Eisenbeton dadurch aus, daß sie im Gegensatz zu den rissigen Holzpfählen dem für den Weinbau gefährlichen Ungeziefer keine Schlupfwinkel zum Ablegen ihrer Eier bieten und so in natürlichster Weise die Gefahr seitens dieser Schädlinge einschränken. Aus diesem Grunde sind Pfosten aus Eisenbeton besser als solche aus Holz zum Befestigen von einzelnen Reben geeignet.

Pfosten aus Eisenbeton mit ebensolchen dazwischen geschobenen Platten eignen sich auch sehr gut zu Einfriedigungen mit Terrainunterschieden etwa bis zu 3,00 m. Bei einem Pfostenabstand von 2,50 m bis 3,00 m für die Pfosten genügt ein Querschnitt von 16/20 cm, für die Streben ein solcher von 14/14 cm. Wenn es anging ist, werden die Streben auf der tieferen Seite des Terrains angebracht (Abb. 15a), damit die Beanspruchung derselben auf Druck erfolgt. Ist es nicht möglich, die Streben auf dieser Seite anzubringen, so können dieselben auch innerhalb des höher gelegenen Geländes angeordnet werden (Abb. 15b); in diesem Falle werden die Streben auf Zug in Anspruch genommen; zweckmäßig werden hier die Eiseneinlagen so stark genommen, daß dieselben imstande sind, den gesamten Zug aufzunehmen; eine besondere Sorgfalt ist hier auf die Verbindung der Streben mit den Pfosten zu verwenden, wobei auch der Leibungsdruck der Verbindungsschrauben auf den Beton nachzuweisen ist.

Wäschepfosten (s. Abb. 16) sind von gerader, etwas konischer Gestalt. Zur bequemen Befestigung der

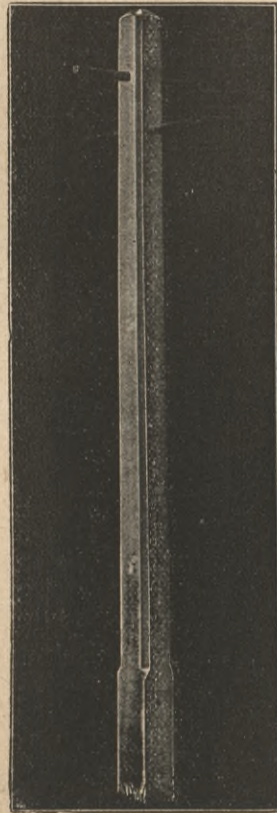


Abb. 16. Orkanwäschepfosten. (Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

Leinen werden am Kopfende Holzpflocke in ausgesparten Öffnungen befestigt.

Für Schuppen, Lauben und ähnliche Bauten kann die Verwendung von geraden Eisenbetonpfosten ohne weiteres erfolgen. Zur besseren Befestigung und Auflagerung des Gebälkes wird zweckmäßig eine ähnliche Verbreiterung des Kopfes wie bei Geländerpfosten vorgenommen. Abb. 17 zeigt die Verwendung solcher Pfosten zur Herstellung eines offenen Lagerschuppens. Zum leichten Anschluß der Zangen, Streben usw. können die Pfosten ohne Schwierigkeiten beim Betonieren mit Aussparungen und Ansätzen ausgerüstet werden. Überhaupt

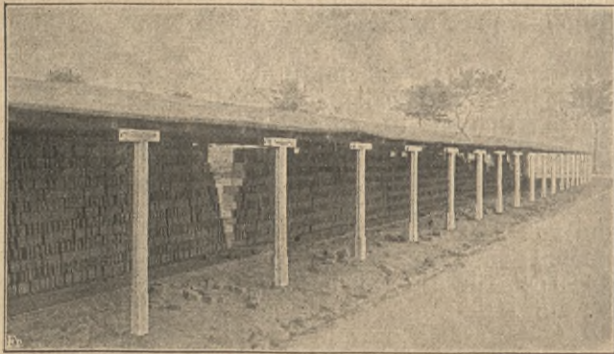


Abb. 17. Lagerschuppen mit Orkanpfosten.
(Carl E. Grähn, Berlin-Pankow.)

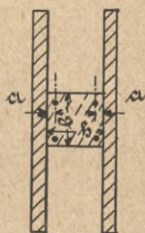
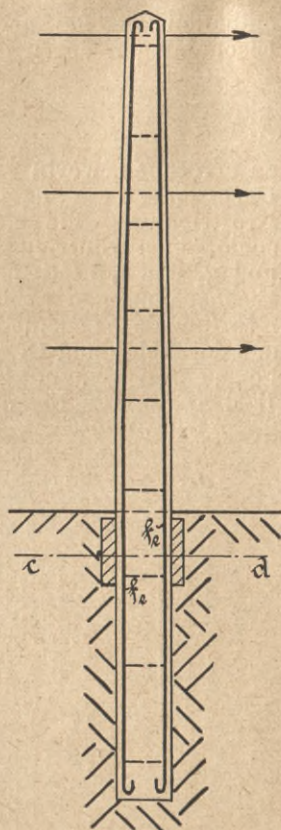
ist jede gewünschte Abweichung in der Gestalt aus konstruktiven oder dekorativen Gründen mit Leichtigkeit möglich und kann von Fall zu Fall bestimmt werden. Weitere Verwendungsgebiete der Pfosten ergeben sich in der Praxis ohne weiteres; irgendwelche Schwierigkeiten entstehen für die Herstellung nicht.

Berechnung
und Dimen-
sionierung.

Die Dimensionierung der Pfosten erfolgt auf Grund einer statischen Berechnung; diese zerfällt in zwei Hauptteile: die Berechnung der Eisenbetonkonstruktion und die der Standsicherheit. Die Eisenbetonkonstruktion ist nach den Bestimmungen für Ausführung von Bauwerken aus Eisenbeton vom 13. Januar 1916 zu berechnen. Da jedoch die Pfosten im allgemeinen (für tragende Säulen findet die folgende Einschränkung nicht Anwendung) keine derartig wichtigen Bauteile wie Eisenbetonkonstruktionen des Hochbaues darstellen und da im Zerstörungsfalle eine Gefährdung von Gut und Leben nicht besteht, kann die hohe in den Bestim-

mungen verlangte Sicherheit auf etwa vierfache eingeschränkt werden. Es sind daher höhere Betonspannungen zulässig, die bei oben angegebenem Mischungsverhältnis und gewissenhafter Arbeit 45 bis 50 kg/qcm, und bei Verwendung besonders guter Materialien und eines gut gemischtkörnigen Kiessandes sogar bis 60 kg/qcm ohne Bedenken erreichen können, während das Eisen mit 1200 kg/qcm beansprucht werden darf. Der Rechnungsgang ist der gleiche wie bei jeder anderen statischen Untersuchung. Aus den gefährlichen äußeren horizontalen Kräften, Wind, Zugkraft der Füllglieder, Belastung durch Einzelkräfte wird wie für einen auskragenden Balken das größte Moment bestimmt, das in einem etwa 10 cm unter Erdoberfläche liegenden Querschnitt auftritt. Da die Pfosten meist beiderseits durch die gleichen Kräfte belastet werden können, müssen sie auf beiden Seiten gegen die gleichen Zugbeanspruchungen, d. h. mit gleicher Eiseneinlage bewehrt werden. Bei Koppel- und Sattelpfosten, welche von allen Seiten beansprucht werden können, ist eine gleiche Eiseneinlage von allen Pfostenseiten anzuordnen.

Aus dem größten Momente M sind an Hand der Dimensionierungstabelle für doppelt bewehrte Platten, die im Anhang des Lehrbuches „Elementare Einführung in den Eisenbetonbau“¹⁾ und im „Zementkalender 1918“²⁾



Schnitt c-d.

Abb. 18.

- 1) Zement-Verlag, Charlottenburg.
- 2) Herausgegeben von Regierungs-Baumeister Dr.-Ing. Riepert. Kostenlos zu beziehen von den Zementfabriken.

enthalten ist, die erforderlichen Betonabmessungen und Eiseneinlagen durch die Beziehungen:

$$h - a = g_1 \sqrt{\frac{M}{b}} \text{ und}$$

$$f_e = i_1 \cdot b \cdot (h - a)$$

zu errechnen, worin f_e der Eisenquerschnitt der Zug- oder Druckzone, b die angenommene Pfostenbreite senkrecht zur Kraftrichtung, die gewöhnlich 10 bis 15 cm, bei geschlossenen Einfriedigungswänden bis zu 30 cm beträgt, und g_1 und i_1 bestimmte, von den zulässigen Beton- und Eisenspannungen abhängige, aus der Tabelle ersichtliche Koeffizienten bedeuten. Die übrigen Bezeichnungen sind aus der Abbildung 18 ersichtlich. Für die zumeist in Frage kommenden Spannungen von 45 kg/qcm für Beton und 1200 kg/qcm für Eisen wird beispielsweise der Wert von $g_1 = 0,295$ und der von $i_1 = 0,01085$, also:

$$h - a = 0,295 \cdot \sqrt{\frac{M}{b}} \text{ cm und}$$

$$f_e = 0,01085 \cdot b \cdot (h - a) \text{ qcm.}$$

Ist für den Pfosten ein quadratischer Querschnitt gewünscht, so ändern sich obige Formeln in der Weise, daß h durch Versuchsanordnungen aus der Beziehung: $h^3 - 2a \cdot h^2 + a^2 h = g_1^2 \cdot M$ bestimmt und $f_e = i_1 \cdot h \cdot (h - a)$ qcm gesetzt wird. Werden die wirklichen Dimensionen genau gleich den errechneten Werten, so entsprechen die Beanspruchungen den vorausgesetzten Spannungen von 1200 bzw. 45 kg/qcm. Eine Vergrößerung der Querschnittsabmessungen verringert die Spannungen. Irgendwelche Schwierigkeiten bietet die Berechnung nicht.

Um einige Anhaltspunkte für normale Pfostenabmessungen zu geben und um auch den in der Berechnungsweise nicht bewanderten Interessenten die Möglichkeit der richtigen Dimensionierung zu bieten, sind in folgender Tabelle die Abmessungen für einige häufiger vorkommende Pfosten

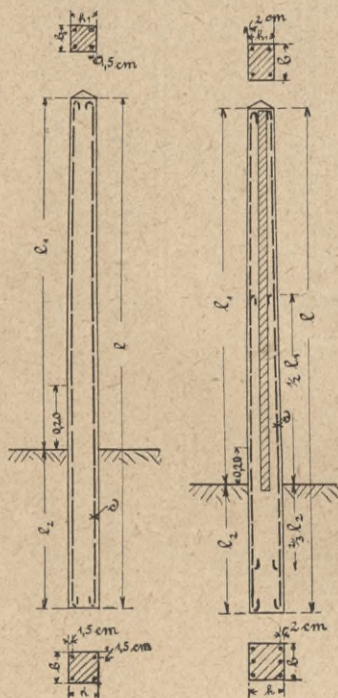


Abb. 19.

Abb. 20.

Die Abmessungen für einige häufiger vorkommende Pfosten

zu Draht- und Bretterzäunen zusammengestellt. Für Staket-
zäune sind zweckmäßig die gleichen Abmessungen wie für
Bretterzäune zu wählen.

Abmessungen für Zaunpfosten.

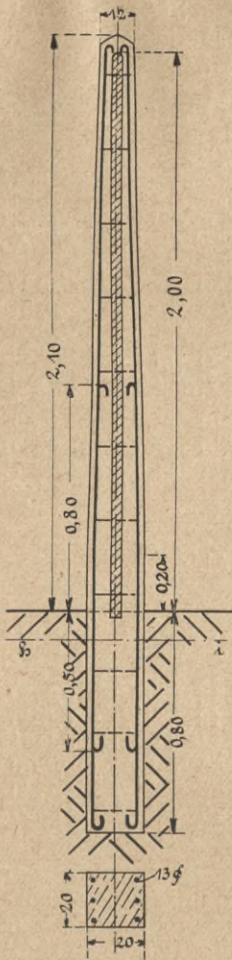
a) Drahtzäune (Abb. 19).

l_1 m	l_2 m	l m	Feldbreite des Zaunes m	$h = b$ cm	$h_1 = b_1$ cm	Eisen- durch- mess. d mm	f. 1 Post. erforderl. an Eisen kg	erforderl. an Beton cbm
1,10	0,50	1,60	2,0	9,5	8	8	3,1	0,0135
1,10	0,55	1,65	3,0	10,5	8	8	3,2	0,0161
1,10	0,60	1,70	4,0	11,0	8	9	4,1	0,0181
1,10	0,65	1,75	5,0	12,0	9	10	5,2	0,0223
1,50	0,60	2,10	3,0	11,5	9	9	5,1	0,0245
1,50	0,65	2,15	4,0	12,5	9	10	6,3	0,0287
1,50	0,70	2,20	5,0	13,5	10	10	6,5	0,0349
2,0	0,70	2,70	3,0	12,5	9	10	7,9	0,0355
2,0	0,75	2,75	4,0	13,5	10	11	9,8	0,0427
2,0	0,80	2,80	5,0	14,5	10	11	10,0	0,0489

b) Geschlossene Bretterzäune (Abb. 20).

l_1 m	l_2 m	l m	Feldbreite des Zaunes m	$h = b$ cm	h_1 cm	Eisen- durch- mess. d mm	f. 1 Post. erforderl. an Eisen kg	erforderl. an Beton cbm
2,10	0,70	2,80	2,50	19	15	13	16,8	0,0959
2,10	0,75	2,85	3,00	20	15	13	16,9	0,1045
2,10	0,80	2,90	3,50	21	16	14	19,9	0,1181
2,10	0,80	2,90	4,00	22	16	15	23,0	0,1279
2,10	0,85	2,95	4,50	23	17	15	23,2	0,1430
2,10	0,85	2,95	5,00	24	17	15	23,2	0,1540

Bedeutend mehr Schwierigkeit als die Berechnung der
Eisenbetonkonstruktion macht der Nachweis der Stand-
sicherheit. Da die Wirkungsweise und Größe der
Widerstandskräfte im Boden, von denen die Standsicherheit
abhängt, nicht einwandfrei festgestellt werden kann und
sich mit der Bodenart stark ändert, ist eine genaue, allge-
mein gültige Berechnung unmöglich. Die vorkommenden
Methoden gehen von ganz verschiedenen Grundlagen aus
und führen deshalb auch zu ganz verschiedenen Resultaten.
Es ist daher, solange keine einheitlichen Grundlagen aner-
kannt sind, zwecklos, an dieser Stelle auf eine ausführliche
Berechnung einzugehen, zumal sie mit großen Schwierig-
keiten verbunden ist. In der Praxis begnügt man sich meist
mit Erfahrungswerten. Entsprechend der Güte des Unter-
grundes und der Größe der seitlichen Belastung schwankt



Schnitt h-i.

Abb. 21.

die Einbindtiefe von Pfosten im Boden zwischen 0,50 bis 1,0 m. Die Standsicherheit erfährt bei schlechtem Baugrund durch eine Packung von Kies, Steinen oder Ziegelbrocken, die um den im Boden befindlichen Pfostenteil eingebracht werden, sowie durch einen plattenförmigen Fuß oder durch Beigabe zweier Betonbohlen unter Erdoberfläche in der auf Abb. 18 angedeuteten Weise eine beträchtliche Steigerung. Bei besonders starker seitlicher Belastung (Eck- und Endpfosten von Drahtzäunen) ist der Einbau von schrägen Streben, die zweckmäßig eine Fußplatte erhalten, empfehlenswert. Durch diese Hilfsmittel ist die Möglichkeit geboten, auch bei schlechtem Untergrund und großen Kräften eine unbedingte Standsicherheit zu erreichen, wodurch die unbeschränkte Anwendungsmöglichkeit der Eisenbetonpfosten auch in konstruktiver Hinsicht erwiesen ist.

Allerdings dürfen den großen technischen Vorteilen nicht wirtschaftliche Nachteile gegenüberstehen. Allgemein ist auf die Wirtschaftlichkeit der Eisenbetonpfosten infolge ihrer großen Dauerhaftigkeit bereits in der Einleitung hingewiesen worden. Es erübrigt sich noch, diese Behauptung zahlenmäßig durch Vergleich der Kosten bei verschiedenen Baustoffen zu belegen, wozu uns nach Besprechung der Berechnungsweise die Mittel gegeben sind. Ein willkürlich gewähltes Beispiel diene zum Beweise und zeige gleichzeitig den Gang derartiger Untersuchungen.

Für die Berechnung wird ein Bretterzaun von 2 m Höhe zugrunde gelegt (vgl. Abb. 21), dessen Pfostenabstand von Mitte zu Mitte 2,80 m beträgt. Die Belastung wird durch Wind und angelehnte Gegenstände hervorgerufen. Da in der Nähe der Erde infolge der Reibung die Geschwindigkeit und damit der Druck des Windes nur gering ist, wird als durchschnittliche Größe des Winddrucks 100 qm ge-

wählt, so daß auf jeden Pfosten $2,0 \cdot 2,8 \cdot 100 = 560$ kg einwirken. Die Belastung durch Gegenstände betrage 30 kg/m, die eine Auflagerreaktion von $30 \cdot 2,8 = 84$ kg bewirken. Die gesamte Horizontalbelastung beläuft sich also auf $560 + 84 = 644 = \text{rd. } 650$ kg, die sich gleichmäßig über den freien Teil des Pfostens verteilen und im gefährdeten Querschnitt ein Moment von:

$$M = 650 \cdot 100 = 71\,500 \text{ cm/kg}$$

hervorrufen. Der Pfostenquerschnitt sei quadratisch. Für Eisenbetonpfosten ist bei $a = 2$ cm dann die Gleichung $h^3 - 2 \cdot 2 \cdot h^2 + 2^2 h = 0,295^2 \cdot 71\,500$ erfüllt, wenn h zwischen 19 und 20 cm liegt. Gewählt wird:

$$h = 20 \text{ cm, } f_c = 0,01085 \cdot 20 \cdot 18 + 3,9 \text{ qcm.}$$

Als Eiseneinlage werden auf jeder Pfostenseite 3 R. E. 13 mm Durchmesser angeordnet. Das mittlere der drei Eisen reicht von $0,50$ m unter bis $0,80$ m über Erdorberfläche (s. Abb. 21). Der Pfostenquerschnitt verringert sich nach dem Kopfende zu wegen Abnahme des Biegemomentes bis auf $12 \cdot 20$ cm. Es ergibt sich dann folgender Materialverbrauch und Kostenaufwand:

$$\text{Beton: } 0,20 \cdot 0,20 \cdot 1,0 + 0,20 \frac{(0,20 + 0,12)}{2} \cdot 1,90 = 0,10 \text{ cbm.}$$

Dazu ist (nach Zement-Kalender) bei einem Mischungsverhältnis $1 : 4$ erforderlich:

$$\text{Kies: } 0,10 \cdot 1,021 = 0,102 \text{ cbm,}$$

$$\text{Zement: } 0,10 \cdot 355 = 35,5 \text{ kg,}$$

deren Kosten sich bei einem Kiespreis von $6,00$ \mathcal{M} und einem Zementpreis von $7,90$ $\mathcal{M}/100$ kg auf:

Kies: $0,102 \cdot 6,0$	0,61 \mathcal{M}
Zement: $0,355 \cdot 7,90$	2,80 „
belaufen.	

Der Eisenverbrauch einschließlich Umbiegungen für einen Pfosten beträgt $(4 \cdot 3,0 + 2 \cdot 1,4) 10 \cdot 0,0113 \cdot 7,85 = 13,2$ kg oder einschl. Querverbände rd. $14,0$ kg, die bei einem Preise von $40,0$ $\mathcal{M}/100$ kg $0,14 \cdot 40$ $5,60$ „ kosten.

Dazu kommen:

Arbeitslohn für 2 Arbeitsstunden	1,70 „
Abnutzung der Form u. dgl.	0,40 „
Herstellungskosten eines Eisenbetonpfostens . .	11,11 \mathcal{M}

Demgegenüber ergibt sich für die Kosten eines Holzpfostens folgende Berechnung:

Das Biegemoment behält die Größe: $M = 71\,750$ cm/kg. Das erforderliche Widerstandsmoment bei einer zu-

lässigen Beanspruchung von 100 kg/qcm ist: $W = \frac{71500}{100}$
 $= 715 \text{ cm}^3$ und verlangt, da $W = \frac{h^3}{6}$ ist, einen quadratischen Querschnitt von der Seitenlänge:

$$h = \sqrt[3]{715} = \text{rd. } 17 \text{ cm.}$$

Der Rauminhalt eines Holzpfostens wird demnach, ohne daß, wie üblich, ein Aufmaß wegen Fäulnis berücksichtigt wird: $0,17^2 \cdot 2,9 = 0,084 \text{ cbm}$ errechnet, die bei einem Einheitspreis von 120 \mathcal{M}/cbm : $0,084 \cdot 120 = 10,08 \mathcal{M}$ kosten.

In Rechnung zu setzen ist weiter:

Verbrauch an Karbolineum für einen Pfosten	0,30 ..
Arbeitslohn für Herrichten in einem dem Betonpfosten entsprechenden Zustand und mit Karbolineum zu streichen	0,70 ..
Kosten eines Holzpfostens	11,08 \mathcal{M}

Für eiserne Pfosten wird bei einer zulässigen Beanspruchung von 1200 kg/qcm das erforderliche Widerstandsmoment $W = \frac{71500}{1400} = \text{rd. } 51 \text{ ccm}$, dem ein I-Eisen N. P. 12

genügt. Bei einem Preis von 40 $\mathcal{M}/100 \text{ kg}$ für Walzträger einschließlich Bearbeitung und einem Trägergewicht von 11,15 kg/m ergibt sich für einen Pfosten der Eisenpreis zu $11,15 \cdot 2,9 \cdot 40 = \text{rd. } 12,93 \mathcal{M}$. Da dieser Preis bereits höher als der der fertigen Holz- bzw. Eisenbetonpfosten ist, und noch durch teure Befestigungsmittel für die Bretterwände und Anstrich gesteigert wird, scheidet das Eisen bei seinen oben erwähnten Fehlern als konkurrenzfähiger Baustoff aus. Die Kosten der Eisenbetonpfosten stellen sich nur wenig höher als diejenigen für Holzpfosten, trotzdem bei dem Preise der letzteren die häufig sehr bedeutenden Transportkosten vom Walde zur Mühle, dann zum Imprägnierwerk und schließlich zur Verwendungsstelle, die das Preisverhältnis zugunsten des Eisenbetons beeinflussen würden, keine besondere Berücksichtigung gefunden haben. Andererseits muß für den Eisenbetonpfosten angeführt werden, daß seine Herstellungskosten durch Ausnutzung der in jedem Beruf vorkommenden arbeitsarmen Zeiten herabgesetzt werden können, da in diesem Falle ein Heranziehen von besonderen Arbeitskräften meistens vermieden werden kann. Durch die dauernden Unterhaltungsarbeiten und die beschränkte Lebensdauer der Holz- und Eisenpfosten gegenüber der Unvergänglichkeit der Eisenbetonpfosten entstehen schließlich für erstere Materialien weitere Mehrkosten, die zweifellos die größere Wirtschaftlichkeit des

Eisenbetons beweisen, so daß dieser bei seinen gleichzeitigen technischen Vorzügen als das vorteilhafteste Baumaterial anerkannt werden muß.

Pfosten aus Stampfbeton kommen seltener zur Verwendung, da sie infolge ihrer geringen Zugfestigkeit großen Material- und Arbeitsaufwand und viel Raum verlangen. Sie besitzen jedoch den großen Vorteil, daß sich durch sie infolge ihrer massigen Formen ausgezeichnete architektonische Wirkungen bei bedeutsameren Bauwerken erzielen lassen. Sie eignen sich vorzüglich zur Betonung hervortretender Punkte, wie bei Geländern von Brücken, Parkeingängen usw. Der Anspruch auf Wirtschaftlichkeit wird an Pfosten aus Stampfbeton erst in zweiter Linie gestellt und tritt gegenüber den architektonischen Anforderungen zurück.

Die Herstellung erfolgt an Ort und Stelle in einer gewöhnlichen Bretterschalung, die wiederholt Verwendung finden kann.

Die Berechnung ist in den meisten Fällen der Praxis nicht erforderlich, da die Massigkeit der Pfosten aus architektonischen Gründen über die statischen Erfordernisse hinausgeht und die Standicherheit gewährleistet. Im Bedarfsfalle kommt man am einfachsten auf Grund der

Bedingung zum Ziel, daß für den Punkt, um den der Pfosten zu kippen droht, die Summe der Momente M_1 der horizontalen und vertikalen Kräfte positiv sein muß. Nach Abb. 22 müßte also die Beziehung erfüllt sein $M_1 = G \cdot a - H \cdot b_1 + E \cdot b_2 \geq 0$, wenn G die Summe der Vertikallasten, die in der Pfostensohle wirken, H gleich der Summe der horizontalen äußeren Kräfte und E gleich dem passiven, dem Kippen entgegenwirkenden Erddruck ist, der bei den gewöhnlichen flachen Pfosten Gründungen wegen seiner geringen Größe sicherheitshalber vernachlässigt werden kann. Die in der Sohle entstehenden Kantenpressungen, die die zulässige Grenze nicht überschreiten dürfen, werden dann:

$$\sigma = \frac{G}{F} \pm \frac{M_2}{W}$$

wo das positive Vorzeichen für die am meisten gedrückte

Pfosten aus
Stampfbeton.

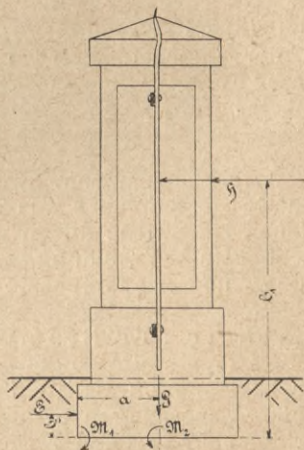


Abb. 22.

und das negative für die am wenigsten gedrückte Kante gilt. M_2 ist das Moment der äußeren Kräfte, bezogen auf die Schwerachse der Pfeilergrundfläche. Ergibt σ einen negativen Wert, d. h. sind für eine der äußersten Kanten Zugspannungen zu erwarten, so muß bei rechteckigem Querschnitt die Berechnung der größten Druckspannung nach der Beziehung: $\sigma = \frac{2 G}{3 c \cdot b}$ erfolgen, da in der Grundfuge Zugkräfte nicht aufgenommen werden können. b ist die in Rechnung gezogene Pfostenbreite, $c = a - \frac{M_2}{G}$ (vgl. Abb. 13). Für jede andere Schicht erfolgt die Berechnung in der gleichen Weise unter Zugrundelegung der über dieser Fuge wirkenden Kräfte und der zu ihnen gehörenden Hebelarme.

Maste.

Wir kommen zum zweiten Teile der Abhandlung, der den Masten aus Beton und Eisenbeton gewidmet ist. Diese finden in erster Linie als Leitungs- und Lichtmaste Verwendung, werden bisweilen aber auch als Signal- und Flaggenmaste oder für ähnliche Zwecke eingebaut.

Maste aus
Stampfbeton.

Maste aus Stampfbeton sind eine große Seltenheit, da sie infolge der großen Höhe des Angriffspunktes der horizontalen Kräfte bei ihrer geringen Zugfestigkeit große Abmessungen erfordern, und ihre Herstellung sich deshalb sehr verteuert. Sie kommen nur an architektonisch besonders wichtigen Punkten vor, wo ihre höheren Kosten gegenüber ihren ästhetischen Wirkungen von nebensächlicher Bedeutung sind. In den für die Verwendung maßgebenden Gesichtspunkten stimmen sie mit den Pfosten aus Stampfbeton überein, deren Berechnungsweise ebenfalls ohne weiteres auf die Masten übertragen werden kann.

Ein bemerkenswertes neueres Beispiel bilden die massiven Beleuchtungsmaste vor dem neuen Leipziger Hauptbahnhof, die von der Firma Rudolf Wollé, Leipzig, errichtet sind. Sie wurden in der Fabrik der Firma in ringförmigen Stücken mit einer Vorsatzbetonschicht gestampft, an Ort und Stelle versetzt und dann steinmetzmäßig bearbeitet. Die Maste fallen durch ihre wichtige Gestalt und ihr der ganzen Bahnhofsanlage harmonisch angepaßtes Äußere auf und legen von der Bedeutung des Betons auch auf diesem Gebiete ein sprechendes Zeugnis ab. (Abb. 23.)

Maste aus
Eisenbeton.

Im Gegensatz zu den Masten aus Stampfbeton erfreuen sich die Maste aus Eisenbeton infolge ihrer Vorzüge, die bereits zu Anfang dieser Abhandlung klargestellt sind, sehr viel häufigerer Verwendung.

Die Herstellung von Eisenbetonmasten bietet im Verhältnis zu derjenigen von Pfosten infolge der Herstellung.



Abb. 23. Lichtmaste vor dem Leipziger Hauptbahnhof.

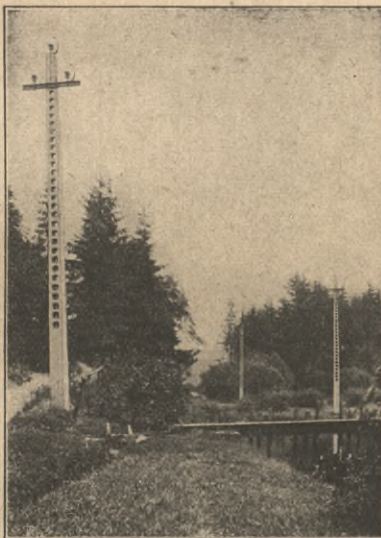


Abb. 24. „Saxonia-Maste“ im Leitungsnetz der Überlandzentrale Reichenbach i. V. (R. Wollé, Leipzig.)

größerer Abmessungen und der unbequemerer Querschnittsformen einige Schwierigkeiten. Der letzte Grund bedarf

einiger erklärender Worte. Infolge der großen Länge der Maste wirken in ihnen große Biegemomente, zu deren Aufnahme der Querschnitt eine statisch günstige Gestalt haben muß, um eine möglichst große Materialersparnis zu erzielen. Diese ist bei den Masten deshalb von großer Bedeutung, weil einerseits die Materialkosten geringer werden und andererseits auch das Gewicht eingeschränkt wird, wo-

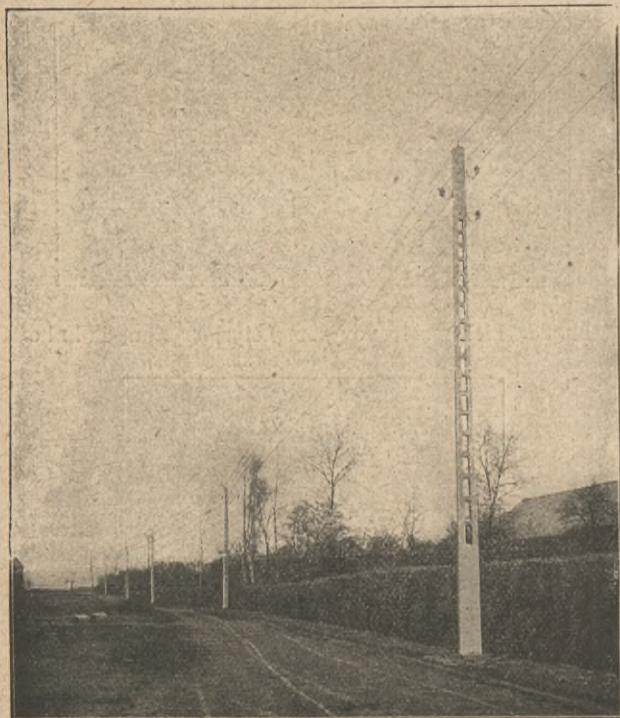


Abb. 25. Saxonia-Maste für die Überlandzentrale Leipzig-Land.
(R. Wolle- Leipzig.)

durch der Transport eine Verbilligung erfährt. Bei der weiten Verzweigung der elektrischen Leitungsnetze handelt es sich meist um größere Transportwege, so daß diese Verbilligung von beachtenswertem wirtschaftlichem Einfluß ist. Gewählt werden meist Maste von durchbrochenen rechteckigen, T-förmigen oder hohlen runden Querschnitten, deren Herstellung naturgemäß schwieriger als bei voller rechteckiger Form wird und deren rationelle Ausbildung nur durch reiche Erfahrung und umfangreiche Versuche

möglich ist. Daher erfolgt ihre Herstellung fast ausschließlich durch Spezialfirmen, nach besonderem, meist patentierten Verfahren. Einige der bekannten Ausführungsarten sollen kurz besprochen werden.

Die „Saxonia-Maste“ der Firma Rudolf Wolle, Saxonia-Ma te.

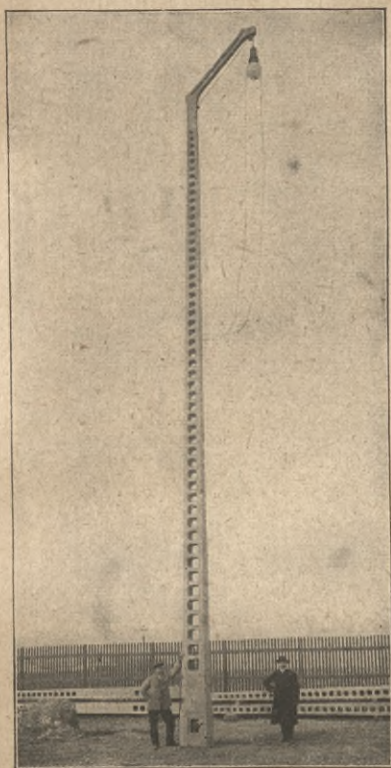


Abb. 26. „Saxoniastab“ zu
Beleuchtungszwecken.
(R. Wolle, Leipzig.)

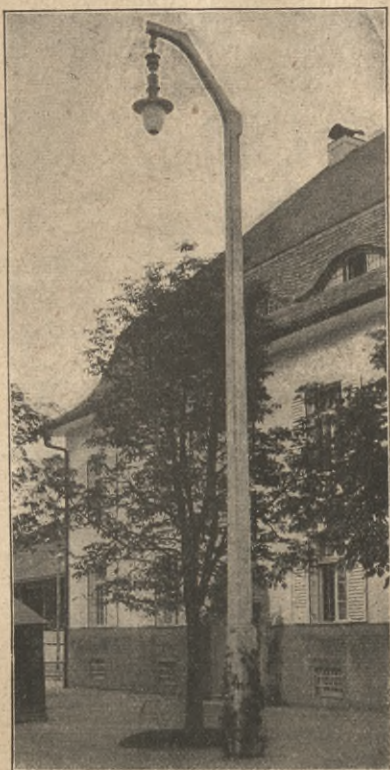


Abb. 27.
„Bavaria“-Lichtmast.
(R. Wolle, Leipzig.)

Leipzig, haben die aus Abb. 24 und 25 ersichtliche typische Gestalt. Die Maste besitzen einen rechteckigen Querschnitt und sind von senkrecht zur langen Querschnittsseite liegenden Aussparungen durchbrochen. Auf diese Weise erhalten die bei der Hauptkrafttrichtung beanspruchten Querschnittsteile eine größere Entfernung von der Achse als bei gleichgroßer voller Querschnittsfläche, so daß sie eine größere Kraft aufzunehmen imstande sind. Als Be-

wehrung werden Rundeisen verwandt, die durch Rundeisenbügel verbunden sind. Die Berechnung für solche Maste erfolgt nach der allgemeinen Berechnungsweise für Eisenbetonkonstruktionen, braucht hier jedoch nicht durchgeführt zu werden, da bei bestimmter Länge und Belastung Maste von ganz bestimmten Querschnittsabmessungen in den Handel gebracht werden. Es kommen zwei verschiedene Typen zur Ausführung; während sich bei der einen die Durchbrechungen über die ganze Mastlänge verteilen,

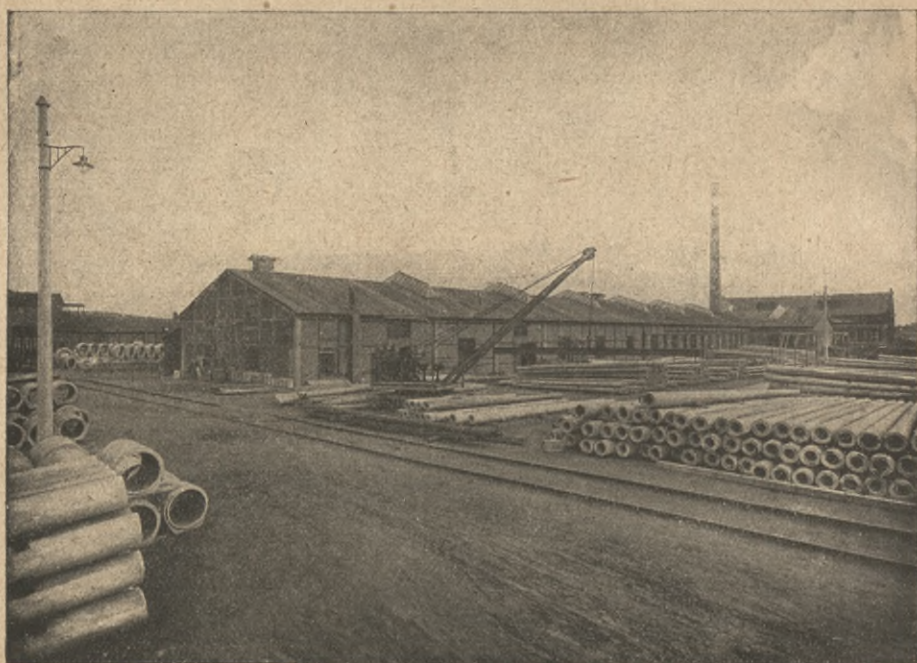


Abb. 28. Lagerplatz der deutschen Schleuderröhrenwerke
Otto & Schlosser, Meißen i. Sa.

fehlen bei der anderen etwa auf eine Länge von 2 m über Erdboden die Aussparungen, damit ein unbefugtes Besteigen der Maste erschwert wird.

Die Vorzüge der Saxonia-Maste sind, abgesehen von ihren allgemeinen Vorteilen, folgende: leichte Besteigbarkeit, die, soweit Öffnungen vorhanden sind, alle besonderen Hilfsmittel überflüssig macht, leichtes Aufstellen, gute ästhetische Wirkung, geringe Angriffsfläche für Wind, leichte Transportmöglichkeit, verhältnismäßig leichte Her-

stellung in festen Formen ohne teure maschinelle Einrichtungen, wodurch bei größerem Bedarf eine Herstellung an Ort und Stelle unter wirtschaftlichen Vorteilen ermöglicht wird. Die Maste kommen als Leitungs- und Lichtmaste vor. Erstere erhalten durchgehende gerade Form, während letztere im allgemeinen mit auslegenden Armen zur Befestigung der Beleuchtungskörper ausgerüstet werden (s. Abb. 26). Auch einer gleichzeitigen Benutzung als Licht- und Leitungsmast steht nichts im Wege. Die Zuleitungen des Stromes zu den Beleuchtungskörpern werden in besonderen einbetonierten Eisenrohren oder frei verlegt.



Abb. 29. Stahlbeton-Schleudermast in der Straßenbahnstrecke Dresden-Klotzsche.

(Otto & Schlosser, Meißen.)

den der Firma Otto & Schlosser, Meißen i. Sa., patentierten Stahlbeton-Schleudermasten eigen und an den Masten des in Abb. 28 dargestellten Lagerplatzes deutlich zu erkennen. Ihre Herstellung erfolgt in zweiteiligen, um ihre Längsachse in schnelle Umdrehungen versetzten Formen, in denen die abgemessene Betonmenge infolge der Zentrifugalkraft an die Wände geschleudert wird, so daß um die Achse ein Hohlraum entsteht, der im umgekehrten Verhältnis zu der gewählten Betonmenge größer oder

Abb. 27 zeigt den ebenfalls von der Firma Rud. Wollé, Leipzig, sowie von der Bauunternehmung Gebr. Rank, München, in den Handel gebrachten „Bavaria“-Mast, der in seinem unteren Teil einen vollen rechteckigen, weiter oben aber nach dem Prinzip des Plattenbalkens einen T-förmigen Querschnitt besitzt. Infolgedessen eignet er sich in erster Linie bei überwiegend einseitiger Kraftwirkung, wie diese ja bei einarmigen Lichtmasten meist auftritt. Große Leichtigkeit und gefällige Form sind seine Vorzüge.

Bavaria-Maste.

Die hohle, meist runde Querschnittsform ist

Schleudermaste.

kleiner wird. Als Bewehrung werden Rundstäbe aus Siemens-Martinstahl verwandt, die durch eine innere und äußere Drahtspirale verbunden sind. Die Berechnung erfolgt unter der Voraussetzung, daß die Eiseneinlage allein zur Aufnahme der Biegemomente imstande sein soll. Die äußere Form ist nicht an den Kreis gebunden, sondern kann auch als Vieleck, Ellipse usw. mit reichen Profilierungen ausgebildet werden. Abb. 29 zeigt runde Stahlbeton-Schleudermaste, die zur Befestigung der Oberleitung einer



Abb. 30. Stahlbeton-Schleudermaste auf der neuen Friedrich-August-Brücke in Dresden. (Otto & Schlosser, Meißen.)

Straßenbahn und von Kraftleitungen dienen. Als Beispiel für die Verwendung desselben Systems zu Beleuchtungszwecken diene Abb. 30, in der die profilierten Maste der neuen Friedrich-August-Brücke in Dresden dargestellt sind und das große Anpassungsvermögen an das ganze Bauwerk in Form, Material und Verarbeitung bewiesen wird. Der Hohlraum leistet für die Zuführung der Leitungen und Unterbringung der Ablaßvorrichtungen der Beleuchtungskörper gute Dienste.

Die Vorzüge der Stahlbeton-Schleudermaste sind in ihrer nach allen Seiten gleichgroßen Widerstandsfähigkeit,



Abb. 31. Siegart-Leitungsmaste.
(Ellmer & Co., Stettin.)

ihrem hohen Anpassungsvermögen in Form und Baustoff, der leichten Versandmöglichkeit und in der Benutzung des Hohlraumes für die Leitungen zu erblicken. Die Maste sind vielfach als Licht-, Kraft- und Straßenbahnmaste zur Anwendung gekommen.

Sieewart-Maste. Eine konstruktiv ähnliche Gestalt besitzen die Sieewart-Maste von Ellmer & Co., Zementsteinfabrik und Zementbaugeschäft in Stettin, die sich jedoch in der Herstellungsweise von dem eben besprochenen System insofern unterscheiden, als der Beton auf einen drehbaren Kern in einem spiralförmigen Bande, entsprechend seiner späteren Form, aufgedreht wird. Diese Art der Verarbeitung hat eine hohe Festigkeit des Betons zur Folge. Die Bewehrung

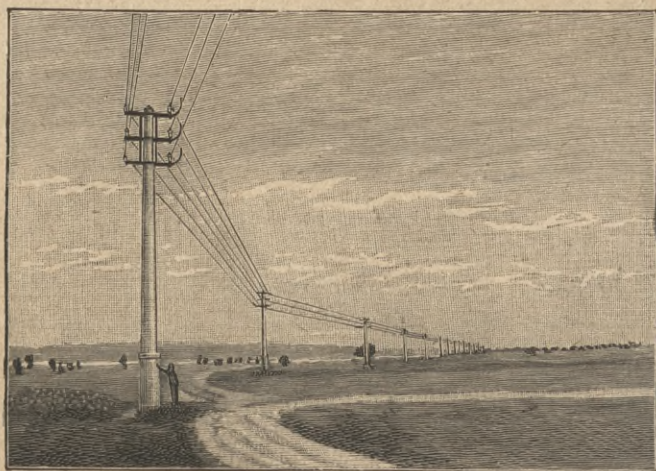


Abb. 32. Sieewart-Leitungsmaste. (Ellmer & Co., Stettin.)

besteht aus Rundeisen, die durch eine Spiralarmierung zusammengefaßt sind. Die Sieewart-Maste bieten dieselben Vorteile wie die Schleudermaste. Sie sind vielfach in den verschiedensten Ländern verwandt worden und haben sich überall gut bewährt. Abb. 31 und 32 zeigen ihre Verwendung als Leitungsmaste.

Panzerbeton-Maste.

Eine ganze Reihe anderer Ausführungen, von denen noch besonders die Panzerbetonmasten der Firma Emil Lange, Cassel, erwähnt seien, die einen hohlen Querschnitt besitzen, mit einem durchbrochenen Eisenblechrohr bewehrt sind und unter Druck betoniert werden (Abb. 33 und 34), ähneln mehr oder weniger den besprochenen Formen und unterscheiden sich meist nur in der Armierung und Her-



Abb. 33. Profiliertes Panzerbetonmast für Straßenbahnleitung.
(E. Lange, Cassel.)

stellungsweise. Sie zeigen die entsprechenden Vorteile der ausführlich behandelten Systeme und können an Hand der



Abb. 34. Panzerbetonmaste in der Telephonlinie Cassel-Ochshausen. (E. Lange, Cassel.)

gegebenen Gesichtspunkte leicht beurteilt werden, so daß sich eine weitere Besprechung erübrigt.

Eine besondere Gruppe bilden die an Ort und Stelle betonierten Eisenbetonmaste, deren Ausführung nur sehr selten und nur bei architektonisch besonders hervortretendem Standort, bei geringem Bedarf und gleichzeitiger Bezugsschwierigkeit der fabrikmäßig hergestellten Maste vorkommt. Sie werden infolge der schwierigen Schalung teuer, was allerdings bei ihrer meist

Am
Verwendungs-
ort betonierte
Maste.

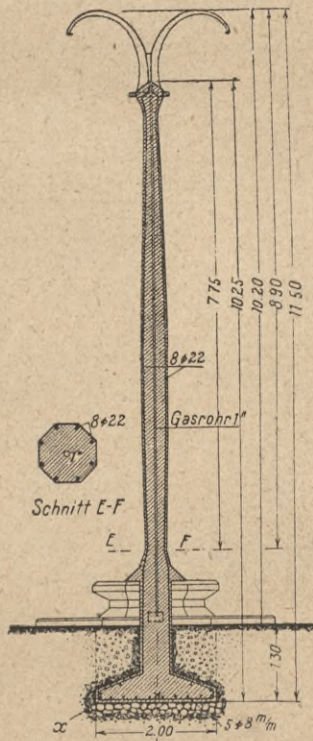


Abb. 35. Längenschnitt der Eisenbetonmaste auf der Architektur-Ausstellung in Krakau.

geringen Anzahl und ihrer Bedeutung weniger ins Gewicht fällt. Die Abbildungen 35 und 36 zeigen Schnitt und Ansicht zweier derartiger Maste, die für die 1912 stattgefundene Architektur-Ausstellung in Krakau errichtet waren und wegen ihrer ausgebauchten Form und Gründung mittels Fußplatte bemerkenswert sind. Wegen ihrer hervorragenden architektonischen Wirkung sind auch die Zweilampenträger vor dem neuen Leipziger Hauptbahnhof zu

erwähnen, die ebenfalls am Verwendungsort von dem Zementbaugeschäft Rud. Wolle, Leipzig, hergestellt wurden, und in Abb. 37 wiedergegeben sind. Auch die Eisenbeton-Lichtmaste vor dem Haupteingang der Internationalen Bau-

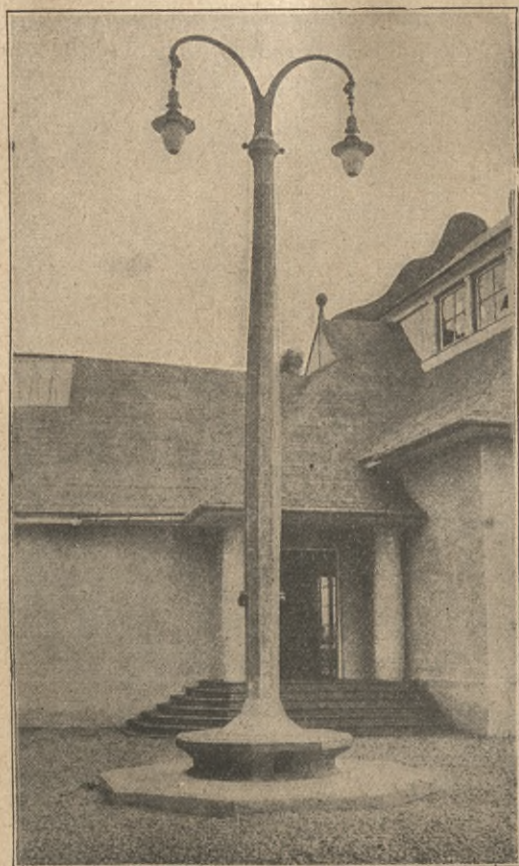


Abb. 36. Eisenbetonmast auf der Architektur-Ausstellung in Krakau.

fach-Ausstellung 1913 in Leipzig gehören ebenfalls zu dieser Gruppe.

Die große Biegefestigkeit des Eisenbetons ermöglicht auch die Verwendung zu Masten, welche erhebliche einseitige Lasten aufzunehmen haben, z. B. als Tragstützen für Drahtseilbahnen.

Gelegentlich war die Aufgabe gestellt, heiße Asche und Schlacken von den Tragseilen der Drahtseilbahn aus auf Halde zu stürzen, wobei die Stützen mit eingeschüttet wur-



Abb. 37. Zweilampenträger vor dem Hauptbahnhof in Leipzig.
(Rud. Wolle, Leipzig.)

den. Da hierbei die Gefahr bestand, daß große Teile der Halde in Glut geraten könnten, genügten weder Holz- noch Eisenstützen.

Zugunsten der Eisenbetonstütze sprechen mancherlei



Abb. 38. Eisenbeton-Lichtmast am Haupteingang der Internationalen
Baufach-Ausstellung Leipzig. (Rud. Wolle, Leipzig.)

Vorteile, namentlich die einfache elegante Form und der
Umstand, daß eine Rostgefahr nicht vorhanden ist. Wo also

alle Baustoffe bequem zur Hand sind, wie dies größtenteils der Fall zu sein pflegt, und wo man mehrere Stützen an einem Bauplatz aus denselben Formen herstellen kann, können diese Stützen den Wettstreit mit der Eisen- oder Holzstütze auch hier wohl aufnehmen. Die Abb. 39 zeigt eine Strecke der Drahtseilbahn der Portland-Cementwerke Heidelberg-Mannheim. Das in Abb. 40 gezeigte Modell dieser Stützen läßt deutlich die Konstruktion und die Eisenarmierung erkennen. Eine ganz besonders leichte Kon-

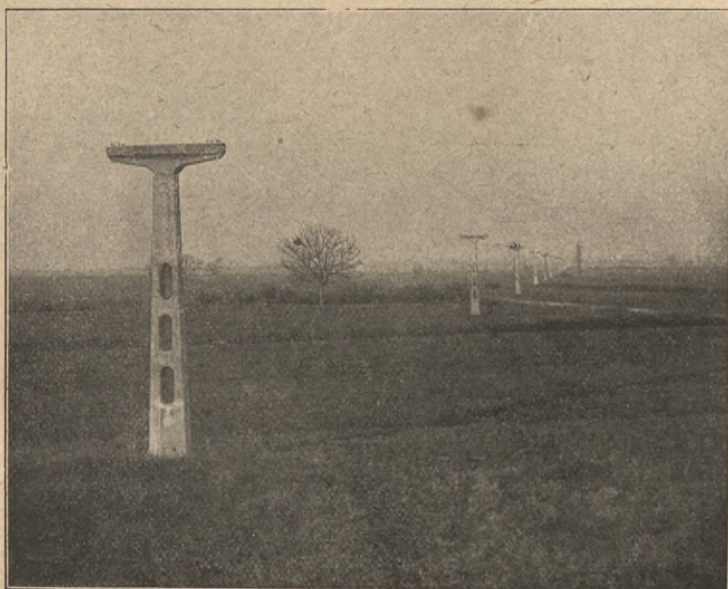


Abb. 39.

struktion fällt auf bei den Ständern zur Drahtseilbahn der Aargauischen Portland-Cementfabrik in Holderbank-Wildegg (Abb. 41).

Die Berechnung der Maste ist bei Behandlung der einzelnen Systeme berührt worden. Nicht erwähnt ist die Bestimmung ihrer Standsicherheit. Es ist darüber das gleiche zu sagen, was bei den Pfosten ausführlich dargelegt ist, daß nämlich der Berechnung der Einlaßtiefe bewährte Erfahrungswerte vorzuziehen sind. Eine Gründungstiefe von $\frac{1}{5}$ der Mastlänge gewährleistet bei normaler Belastung und normalen Bodenverhältnissen die Standsicherheit. Bei ungewöhnlichen Beanspruchungen (Eck- und Endmaste) oder schlechtem Untergrund sind Vergrößerung der Tiefe

Berechnung.

oder besondere Absteifungen erforderlich. (Siehe Berechnung der Pfosten.)

Kosten.

Die Wirtschaftlichkeit der Eisenbetonmaste

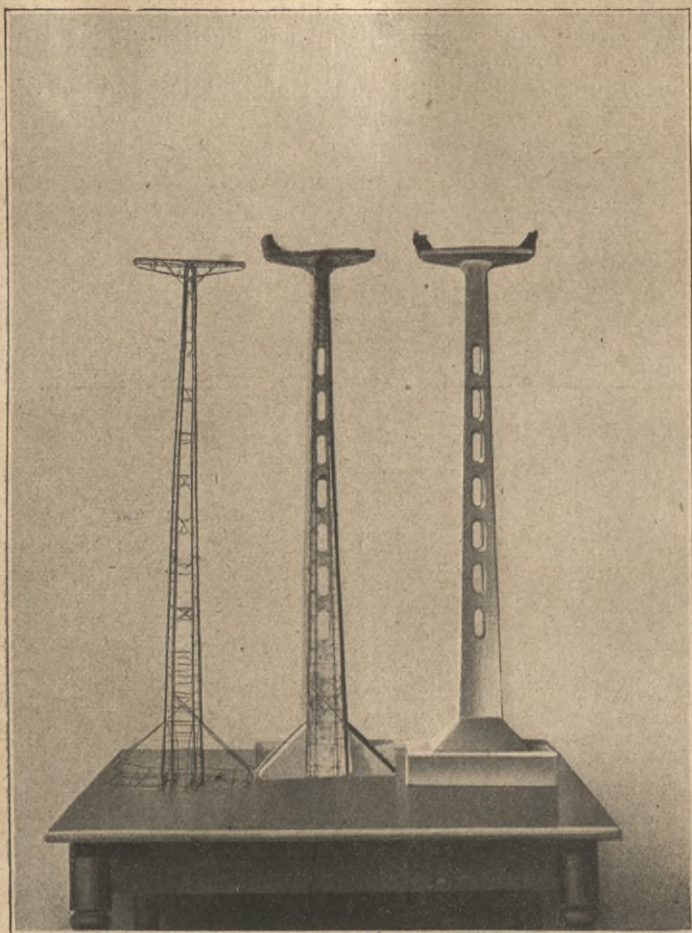


Abb. 40. Modell der Drahtseilbahnständer.

gegenüber denen aus anderen Baustoffen ist heute noch nicht einwandfrei festzustellen und in allgemein gültigen Verhältnisswerten überhaupt nicht auszudrücken. Die mit den verschiedenen Bodenarten wechselnde Lebensdauer der Holz- und Eisenmaste, die Bezugsmöglichkeiten, Transportverhältnisse und viele andere Fragen lassen nur für ganz

bestimmte Fälle maßgebende Werte errechnen, die aber auch dann noch zu einem unsicheren Ergebnis führen, da die tatsächliche Lebensdauer von Eisenbetonmasten bis zum heutigen Tage noch nicht feststeht. Wir müssen uns daher damit begnügen, die Gesichtspunkte, die die Wirtschaftlichkeit beeinflussen, zusammenzufassen. Entsprechend den



Abb. 41.

jeweiligen Verhältnissen werden sie Änderungen erfahren, die in jedem besonderen Falle zu untersuchen sind.

Die Erfahrung lehrt, daß unter normalen Bedingungen der Preis für Eisenbetonmaste zwischen denjenigen für Holz- und Eisenmaste liegt. Die hohen Kosten der letzteren sind auf den hohen Preis ihres Baustoffes zurückzuführen. Da dem Eisenmast aber trotz der hohen Kosten auch noch die weiter oben besprochenen Fehler anhaften, ist auf jeden Fall die höhere Wirtschaftlichkeit des Eisenbetons gegen-

über dem Eisen erwiesen, wenn nicht etwa ganz besonders günstige Bezugsverhältnisse die Anschaffungskosten des letzteren derart erniedrigen, daß die anderen Fehler in Kauf genommen werden können. Die Anschaffungskosten der Holzmaste bleiben allerdings beträchtlich hinter denen des Eisenbetongestänges zurück, aber es treten zu ihnen erhebliche Ausgaben für Unterhaltung und Neuanschaffungen. Nach den bisherigen Erfahrungen ist es nicht zu hoch gegriffen, die Lebensdauer der Eisenbetonmaste zu mindestens dreimal so lang wie die des Holzgestänges anzunehmen. Da weiterhin für Unterhaltung von Holzmasten unter Berücksichtigung der Zinersparnis infolge des geringen Anlagekapitals gegenüber den teureren Eisenbetonmasten mindestens noch 5 v. H. der Anschaffungskosten gerechnet werden müssen, so dürfen bei einer Lebensdauer von 10 Jahren die Anschaffungskosten der Holzmaste einschließlich Imprägnierung im Interesse der Wirtschaftlichkeit nicht mehr als $\frac{1}{3 + 0,05 \cdot 30} = \frac{1}{4,5}$ der Anschaffungskosten der Eisenbetonmaste betragen.

Für einen Mast von 10 m Gesamt- und 8 m Freilänge mit einer Horizontalkraft von 500 kg an Mastspitze wird das Maximalmoment an der Einspannungsstelle rd. $8 \cdot 500 = 4000 \text{ m/kg} = 400\,000 \text{ cm/kg}$, zu deren Aufnahme bei einer zulässigen Holzspannung von 100 kg/qcm ein Widerstandsmoment von

$\frac{400\,000}{100} = 4000 \text{ cm}$ erforderlich ist. Dies

entspricht einem Kreisquerschnitt von 35 cm Durchmesser, der an der Einspannstelle vorhanden sein müßte. Ein solcher Querschnitt erfordert mindestens einen Mast von rd. 28 cm mittlerem Durchmesser und einem Rauminhalt von rd. 0,6 cbm. Der Preis für gut imprägnierte Hölzer in angegebener Stärke betrug im Imprägnierwerk im Frieden etwa 50 \mathcal{M} /cbm. Der oben berechnete Mast kostet demnach: $0,6 \cdot 50 = 30 \mathcal{M}$. Bei gleicher Wirtschaftlichkeit dürften für den entsprechenden Eisenbetonmast die Kosten $4,5 \cdot 30 = 135 \mathcal{M}$ betragen. Nach Preislisten der ausführenden Firmen kostet jedoch ein für obige Abmessungen und Belastungen mit vierfacher Sicherheit konstruierter Mast etwa 100 bis 116 \mathcal{M} , je nach System frei Eisenbahnwagen. Die Einbau- und Transportkosten ab Imprägnierwerk bzw. Fabrik sind nicht in Rechnung gesetzt, da der höhere Preis bei den schweren Eisenbetonmasten durch den dreifachen Transport der Holzmaste mindestens ausgeglichen wird. Dadurch ist die größere Wirtschaftlichkeit der Eisenbetonmaste im vorliegenden Falle erwiesen; sie sind daher auch, abgesehen von ihren sonstigen Vorteilen, den Holzmasten vorzuziehen.

Trotz der ganz offensichtlichen Vorzüge der Eisenbetonmaste werden immer noch Stimmen laut, die zu behaupten versuchen, daß der Eisenbeton für Maste ungeeignet ist, weil er angeblich eine zu geringe Elastizität und nur eine beschränkte Widerstandsfähigkeit gegen Elektrizität besitzen soll.

Eine zu geringe Elastizität schließt die Gefahr in sich, daß bei ungleichen Zugkräften in den Drähten der Nachbarfelder der Mast die auf ihn wirkenden Kräfte nicht in den Drähten durch Nachgeben ausgleichen kann, son-

Elastizität.

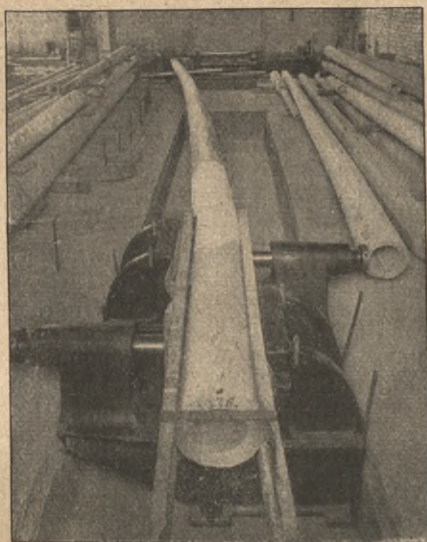


Abb. 42. Probelastung von Stahlbetonschleudermasten.
(Otto & Schlosser, Meißen i. Sa.)

dern vermöge seiner Biegefestigkeit aufnehmen muß, wodurch die Bruchgefahr bedeutend erhöht wird. Solche Bedenken gegen die Eisenbetonmaste werden einwandfrei am treffendsten durch die Praxis widerlegt, wo sich Mastzerstörungen durch derartige Ursachen nicht nachweisen lassen, was bei genauerer Überlegung auch nicht wundernehmen darf. Denn durch einwandfreie Messungen bei Probelastungen ist gezeigt, daß bei fester Fußeinspannung Abbiegungen des freien Endes von Eisenbetonmasten um 1,0 m und mehr keine anormalen Werte sind. Abb. 42 zeigt die Probelastung von Stahlbetonschleudermasten der deutschen Schleuderröhrenwerke Otto & Schlosser in Meißen und läßt die große Elastizität deutlich erkennen.

Auch in Pommern vielfach eingebaute Siegwart-Maste von 12 m Freilänge bogen sich bei den von der Bauleitung an Ort und Stelle vorgenommenen Probelastungen bis zu 3500 kg Horizontalzug stark durch, gingen aber nach Entlastung wieder in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Die verschiedene Größe der Zugkräfte, die auf einen Mast aus seinen Nachbarfeldern wirken, entstehen durch ungleichmäßige Spannung der Drähte oder dadurch, daß infolge von Zerreißen oder Abzweigungen die Drahtzahl in beiden Feldern verschieden ist. Durch geringe Vergrößerung der Durchhängung werden bereits große Zugkräfte ausgelöst, so daß schon bei geringen Abbiegungen, die durchaus im Bereich des Eisenbetons liegen, der Kraftunterschied ausgeglichen werden kann. Daß die Starrheit des Eisenbetons diesen Ausgleich nur bis zu einem Teile zuläßt, schließt insofern eine nicht zu übersehende Sicherheit für die ganze Leitung ein, als beim Reißen einzelner Drähte der Rest keiner unzulässigen Zugbeanspruchung ausgesetzt wird, die andernfalls eintreten könnte, da bei vollkommenem Nachgeben des Mastes die ganze Zugkraft der größeren Drahtzahl von der geringeren aufgenommen werden müßte. Den Masten einen verhältnismäßig hohen Kraftanteil zur Aufnahme zuzuweisen, ist bei der großen Widerstandsfähigkeit des Eisenbetons unbedenklich. Die Verteilung der Gefahr auf eine größere Anzahl Konstruktionsteile entsprechend ihrer Widerstandsfähigkeit bedeutet aber eine Sicherheit, die anerkannt, nicht angegriffen werden sollte.

Einwirkung des
elektrischen
Stroms.

Der zweite Vorwurf richtet sich gegen die Empfindlichkeit der Eisenbetonkonstruktionen gegenüber dem elektrischen Strom. Auch hier liefert die Praxis den sprechendsten Gegenbeweis. Es sei jedoch gleichzeitig auf die einschlägigen Versuche kurz hingewiesen, die allerdings eine endgültige Beurteilung dieser Frage nicht gestatten. Immerhin steht folgendes einwandfrei fest. Der elektrische Strom kann an solchen Stellen, wo er vom Eisen in den Beton oder in umgekehrter Richtung übertritt, durch Rostbildung bzw. Lösung des Eisens schädigende Einflüsse ausüben. Es ist hierzu erforderlich, daß der an und für sich stark isolierende Beton durch Feuchtigkeit, deren Wirkung durch die bisweilen im Boden enthaltenen Säuren (z. B. Humussäure) noch gesteigert werden kann, zu besserer Stromleitung befähigt wird und so erst ein Übertritt des Stromes überhaupt möglich wird. Nur stärkere, längere Zeit in einem Sinne wirkende Ströme können Schädigungen verursachen. Wechselströme scheiden demnach von vornherein als gefahrlos aus. Auch die sogenannten vagabundierenden Ströme, d. h. solche, die trotz guter Isolation ihre eigenen Wege suchen,

schließen keine Gefahr in sich, da sie infolge der Widerstände, die sie überwinden müssen, nur von ganz geringer Stärke sind. Schädigende Einflüsse durch die Energie des Blitzes sind an Eisenbetonbauten auch noch nicht beobachtet worden, da seine Wirkungszeit zu gering ist, um Zerstörungen hervorzurufen. Vielmehr hat die Eiseneinlage infolge ihrer hohen Leitfähigkeit eine Verringerung der mechanischen Wirkungen des Blitzes zur Folge. Ein Beispiel möge statt langer Ausführungen sprechen. In die etwa 50 km lange Leitung eines Kraftwerkes in Mar-

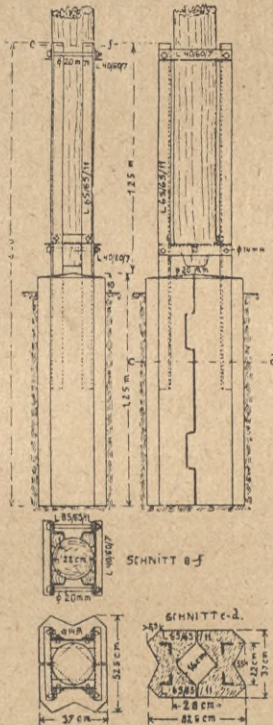


Abb. 43. Eisenbetonfuß für hölzerne Masten.

seille, Ill., wurde im Jahre 1907 zu Versuchszwecken eine Anzahl Holzmaste neben den sonst verwendeten Eisenbetonmasten eingebaut. Schon im Jahre 1910 war der größte Teil der Holzmaste durch Blitz zerstört, während die Eisenbetonmaste bis auf einen, der auch nur geringe Beschädigungen aufwies, vollkommen heil geblieben waren, so daß in einer neuen Leitungsanlage ausschließlich Eisenbetonmaste verwandt wurden.

Als einzige Gefahr kommen daher nur starke Gleichströme, wie sie durch schlechte Isolation in die Bauwerke übertreten können, in Frage. Da derartige Ströme einen Kraftverlust bedeuten, werden sie von dem Elektrizitätswerk durch gute Isolation im eigenen Interesse möglichst verhindert. Entstehen sie durch unglückliche Zufälle dennoch, so können sie leicht festgestellt und unschädlich gemacht werden. Auf jeden Fall ist die Gefahr nur äußerst gering. Sie verschwindet völlig, wenn der Beton infolge seiner natürlichen Lage, seiner dichten Mischung, durch eine schützende Putzschicht (Zementmörtel 1 : 2 bis 3) oder Anstriche (Inertol, Asphalt, Gudron) vor Wasser geschützt und so trocken gehalten wird. Die an und für sich schon geringe Gefahr kann also leicht behoben werden. Die Praxis beweist die Richtigkeit der Erörterungen. Niemals werden daher diese beiden gegen den Eisenbeton erhobenen Vorwürfe, die in Wirklichkeit unberechtigt sind und in der Befürchtung der Konkurrenz, daß der Eisenbetonmast die Holz- und Eisenmaste verdrängen könnte, ihren Grund haben, imstande sein, die großen Vorteile des Eisenbetons einzuschränken und seine aussichtsreiche Zukunft zu gefährden.

Mastenfüße.

Zur Vervollständigung des hier behandelten Gebietes sollen noch zwei Anwendungsweisen von Beton und Eisenbeton zum Schutze von Holz- und Eisenmasten besprochen werden. Der größte Fehler der letzteren ist ihre kurze Lebensdauer infolge ihrer baldigen Zerstörung in der Nähe der Erdoberfläche. Es lag nahe, die gefährdete Stelle durch ein dauerhaftes Material zu ersetzen. Aus diesen Erwägungen heraus ist der Eisenbetonfuß für hölzerne Masten entstanden, der in Abb. 43 wiedergegeben ist. Die Befestigung der Maste erfolgt mittels U- oder Winkeleisen, die in den zwei- oder vierteiligen Betonfuß eingelassen sind. Die Eisenbetonfüße können von vornherein für neue Maste zur Verwendung kommen oder dienen zur Ausbesserung des im Boden abgefaulten Gestänges.

Das bekannte Ummanteln des Fußes von Eisenmasten mit Stampfbeton verfolgt ebenfalls den Zweck, das Eisen vor den Einflüssen des Bodens zu schützen.

Gerade die letztangeführten Verwendungsmöglichkeiten des Eisenbetons im Mastbau liefern den Beweis für die Wichtigkeit dieses Baustoffes, da sie klar und deutlich zeigen, daß er wirksamer als das Holz und Eisen Einflüssen widersteht, die in allererster Linie die für die Wahl der Maste maßgebenden Gesichtspunkte beeinflussen. Auf Grund dieser wichtigen Eigenschaften ist mit Recht eine immer weitere Verbreitung der Eisenbetonmaste zu erwarten.

== ZEMENT-VERARBEITUNG. ==

In freier Folge erscheinende Veröffentlichungen über den Beton- und Eisenbetonbau, sowie die Kunststeinfabrikation.

Bisher erschienen:

- Heft 1: Mischen und Verarbeiten von Beton.
- Heft 2: Betonfußböden und Fußbodenplatten.
- Heft 3: Pfosten und Maste (Neuaufgabe 1917).
- Heft 4: Silobauten in Beton und Eisenbeton.
- Heft 5: Zementrohre.
- Heft 6: Die Verarbeitung der Baustoffe im Beton- und Eisenbetonbau.
- Heft 7: Die Verwendung von Beton und Eisenbeton im Meliorationsbauwesen, von Fritz Wichmann, Kgl. Regierungsrat. (In Neubearbeitung).
- Heft 8: Betonbausteine.
- Heft 9: Der Grundbau.
- Heft 10: Beton und Eisenbeton in der Landwirtschaft.

In Vorbereitung:

- „Treppen.“
- „Einfriedigungen aus Beton und Eisenbeton.“
- „Zementdachsteine und Asbestzementschiefer.“
- „Eisenbeton im Bergbau.“
- „Eisenbeton im Schiffbau.“
- „Betonstraßenbau.“
- „Beton und Eisenbeton im Eisenbahnbau.“
- „Eisenbeton im Industriebau.“

ZEMENTVERLAG G. M. B. H.

Charlottenburg, Knesebeckstr. 74.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349545

L. inw.

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

ZEMENTVERLAG

Abteilung: Verlag und Vertrieb technischer Literatur, u. a.

ZEMENT

Wochenschrift für Zement und Zementverarbeitung,
Zeitschrift des Deutschen Zement-Bundes und der Vereine: Deutscher Port-
land-Cement-Fabrikanten, Deutscher Eisenportlandzement-Werke, Deutscher
Hochofen-Zement-Werke.

Zu beziehen bei allen Postanstalten und Buchhandlungen
oder direkt vom Zementverlag.

ZEMENTKALENDER

Taschenbuch für Zementverarbeitung.
Erscheint alljährlich.

ELEMENTARE EINFÜHRUNG IN DEN EISENBETONBAU

Neuaufgabe Anfang 1918.

DIE ARCHITEKTUR IM EISENBETONBAU

Von Dr.-Ing. Riepert.

ZEMENTVERARBEITUNG

In freier Folge erscheinende Veröffentlichungen über den Beton- und Eisen-
betonbau sowie die Kunststeinfabrikation.

ZEMENT-ADRESSBUCH

Hand- und Nachschlagebuch für die Deutsche Zement- und Zementverarbeitungs-
Industrie.

Erscheint Anfang 1918.

Über weitere Technisch-Wissenschaftliche Veröffentlichungen des Zement-
verlags aus dem Gebiet der Zement- und Beton-Technik Anfragen erbeten.

Abteilung: DRUCKSACHEN-HERSTELLUNG.

Anfertigung von Geschäftsberichten, Preislisten und jeglichem Werks- und
Bureaubedarf zu Tagespreisen.
Preisstellungen kostenlos.

ZEMENTVERLAG G. M. B. H.

Charlottenburg, Knesebeckstr. Nr. 74.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297372