Der Holzbau

Mitteilungen des „Deutschen Holzbau-Vereins“

HERAUSGEGEBEN VON DER

JAHRGANG 1923 „DEUTSCHEN BAUZEITUNG“ NUMMER 9.

Neue Mast-Konstruktionen der Aktiengesellschaft Gebr. Himmelsbach in Freiburg im Breisgau.

(Fortsetzung aus No. 8.)

Die neuen Mast-Konstruktionen nun wurden Ende Oktober 1922 einer größeren Anzahl von Vertretern der für die Verwendung solcher Masten in Betracht kommenden bedeutendsten deutschen Stellen vorgeführt. Die Vorführung und Prüfung erfolgte auf dem Versuchsplatz des Werkes Walhalla-Straße bei Regensburg. Bereit gestellt waren folgende Konstruktionen: GHF-Doppelmast; GHF-Duplexmast; GHF-Standardmast; Dreiböcke als Hilfswerkzeuge für die etwaige Instandsetzung von Leitungsmasten mittels GHF-Standart-Mastfüßen; GHF-Standard-Duplexmast; Regel-A-Mast nach Nr. 81 der Reichspostvorschrift als Kreuzungsmast mit GHF-Standard-Füßen und GHF-Weitspann-Mast.

Der Zweck der Vorführung war neben dem, einen größeren Kreis von Fachleuten und Interessenten mit den für den Freileitungsbau bedeutsamen neuen Mastkonstruktionen bekannt zu machen hauptsächlich, durch Vornahme von Belastungs-Versuchen die praktische Brauchbarkeit dieser Neuschöpfungen zu zeigen. Es konnte sich bei diesen Einzelversuchen aber nicht darum handeln, aufs neue vollgültige Beweise für die Güte des Materiales und die Festigkeit der einzelnen Konstruktionen zu erbringen. Dazu hätte die Zeit nicht ausgereicht. Diese Beweise sind früher durch zahlreiche Versuche geliefert worden. Die Vorführung sollte vielmehr zeigen, in welcher Weise die früheren Serienversuche durchgeführt wurden, und sie sollte deren Ergebnisse bestätigen. Auf diese früheren Versuche ist in Nachstehendem zum Teil zurückgegriffen.

Soweit die vorgeführten Mastentypen nicht in den Erdboden eingebaut waren, wurden sie zur Belastungsprüfung in einer in den umsteh. Abb. erkennbaren Vorrichtung horizontal gelagert und an ihrem unteren Ende auf etwa 2 m zwischen U-Eisen eingekeilt. Der Zug erfolgte mittels einer im Erdboden verankerten Winde und mit Zugseil. Am Zopf des Mastes war ein Dynamometer in das Zugseil eingeschaltet. Für je 20 kg Zugvermehrung wurde die jeweilige Durchbiegung des Mastes gemessen und aufgeschrieben. Auf Grund dieser Daten wurden die bei den Beschreibungen der einzelnen Versuche wiedergegebenen Ausbiegungskurven gezeichnet. Um das Gewicht des Mastes auszuschalten, wurde der Mast mit seinem Zopf-Ende auf einem Fahrgestell gelagert, das auf einer glatten Fläche mit möglichst geringer Reibung rollte. (Siehe die umstehenden Abbildungen.)

GHF-Doppelmast. Der Mast besteht aus zwei Einzelmasten von gleichen Abmessungen, die je nach Länge durch 4—5 Schraubenbolzen zu einer Einheit fest verbunden sind. Abb. S. 36 erläutert die Konstruktion, und Abb. S. 30 oben zeigt eine Starkstrom-Leitung auf derartigen Masten.

Der GHF-Doppelmast zeichnet sich durch große und gleichmäßige Bruchfestigkeit aus und erreicht eine besonders hohe Lebensdauer, weil die Haltbarkeit der für ihn zur Verwendung gelangenden jüngeren Hölzer erfahrungsgemäß höher zu bewerten ist, als die der stärkeren Einzelmasten-Hölzer. Da der Doppelmast quer zur Leitungsrichtung gestellt dem Winddruck eine geringere Angriffsfläche bietet und ihm seinen größten Widerstand entgegensetzt, so ist seine Ausbiegung unter Winddruck geringer als beim Einzelmast. Der GHF-Doppelmast steht auch fester als ein Einzelmast, weil er dem Erdboden eine größere Anliege- und Standfläche bietet.

Der auf dem Versuchsstand der Prüfung unterworfene GHF-Doppelmast hatte die in Kurvenbild Nr. 3 S. 35 angegebenen Abmessungen. Auch die Ausbiegungs- und Belastungsziffern gehen daraus hervor. Der Doppelmast wird gleich anderen Masten nach der Gleichung berechnet:

$$P \cdot l = W \cdot k_b$$

darin bedeuten P = die Zugkraft in kg

l = Hebelarm in cm

W = Widerstandsmoment des Querschnittes an der Einspannstelle in cm^3

k_b = höchstzulässige Beanspruchung in kg/qcm.

Für den vorgeführten Doppelmast ergibt sich nun das Widerstandsmoment

$$W = \frac{12{,}8^3 \cdot \pi}{32} + \frac{13^3 \cdot \pi}{32} = 210 + 216 = 426 \text{ cm}^3$$

$k_b = 145$ kg/qcm (nach den Normen für Starkstrom-Freileitungen)

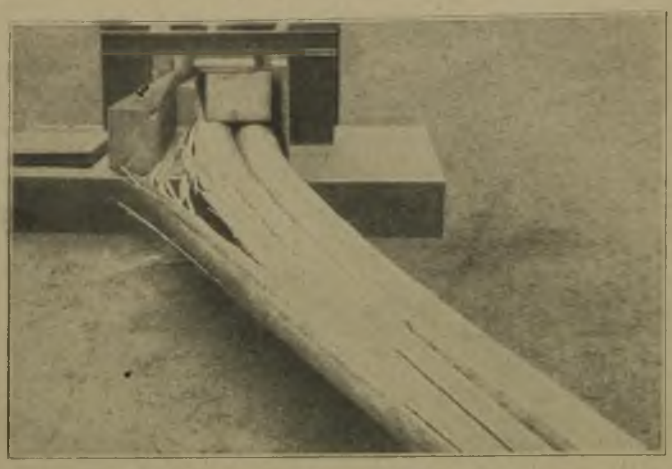
Hebelarm $l = 790$ cm

Höchstzulässiges $P = \frac{426 \cdot 145}{790} = 78$ kg.

Beim Versuch brach der Mast bei einer Belastung von 440 kg. (Siehe die Abbildung S. 34.) Er hat demnach das $\frac{440}{78} = 5{,}6$ fache der Belastung ausgehalten, für die er berechnet war. Dieses vorzügliche Ergebnis beweist gleich den früheren Versuchen, daß der GHF-Doppelmast eine höhere Sicherheit bietet wie ein entsprechender Einzelmast. Die Ausbiegung betrug bei dem Versuch, wie aus dem Kurvenbild ersichtlich, 280 cm.

GHF-Duplexmast. Der Mast stellt einen weiteren Schritt in der wirtschaftlichen Verarbeitung jüngerer Hölzer zu Mastkonstruktionen dar. Da sich bei der Verbindung mittels gewöhnlicher durchgehender Schrauben bei Doppelmasten nicht immer eine Erhöhung des Widerstands-Momentes über das Zweifache der Einzelstange hinaus mit Sicherheit erreichen ließ, so hat die Firma nach vielfachen vorausgegangenen Versuchen ein patentamtlich geschütztes Zwischenstück gewählt, mit dessen Hilfe die beiden Einzelstangen des GHF-Duplexmastes nahezu starr miteinander verbunden werden. Die Zahl der Verbindungsstücke schwankt je nach Länge der Maste zwischen drei und fünf Stück. (Siehe Abb. S. 36.) Durch diese Verbindung wird erreicht, daß man für den GHF-Duplexmast das dreifache Widerstandsmoment einer seiner Einzelstangen in

Rechnung stellen kann. Im Übrigen hat der GHF-Duplexmast in Bezug auf Lebensdauer, Standsicherheit und Elastizität die gleichen Vorteile wie der GHF-Doppelmast. Hervorgehoben sei noch die leichte Besteigbarkeit, da der Abstand zwischen den beiden Stangen das Eingreifen der Steigeisenspitzen erleichtert. (Siehe nebensteh. Abb.) Die Verletzungs-Möglichkeit wird durch die glatten Außenflächen des Mastes



GHF-Doppelmast nach dem Bruch.

GHF-Doppelmast bei 440 kg Belastung.

GHF-Duplexmast bei 145 kg Belastung.

weitestgehend beschränkt. — Die Abbildungen S. 31 zeigen, daß eingebaute Duplexmaste den Leitungen ein besonders stabiles Aussehen geben.

Gleich den GHF-Doppelmasten lagen auch von GHF-Duplexmasten mehrere Exemplare zur Besichtigung bereit. Der einer Belastungsprüfung unterworfene GHF-Duplexmast hatte die im Kurvenbild S. 35 verzeichneten Abmessungen. Auch die erreichte Belastung und die Ausbiegung des Mastes sind aus dem Kurvenbild ersichtlich. Wie erwähnt, kann bei der Berechnung des GHF-Duplexmastes als Widerstands-Moment das Dreifache der Einzelstange eingesetzt werden. Für den erprobten Mast ergibt sich daher ein

$$W = 3\left(\frac{\frac{14^3 \cdot \pi}{32} + \frac{13{,}3^3 \cdot \pi}{32}}{2}\right) = 750 \text{ cm}^3.$$

GHF-Standart-Duplexmast.

Wenn man nun wieder als höchstzulässige Beanspruchung nach den Normen

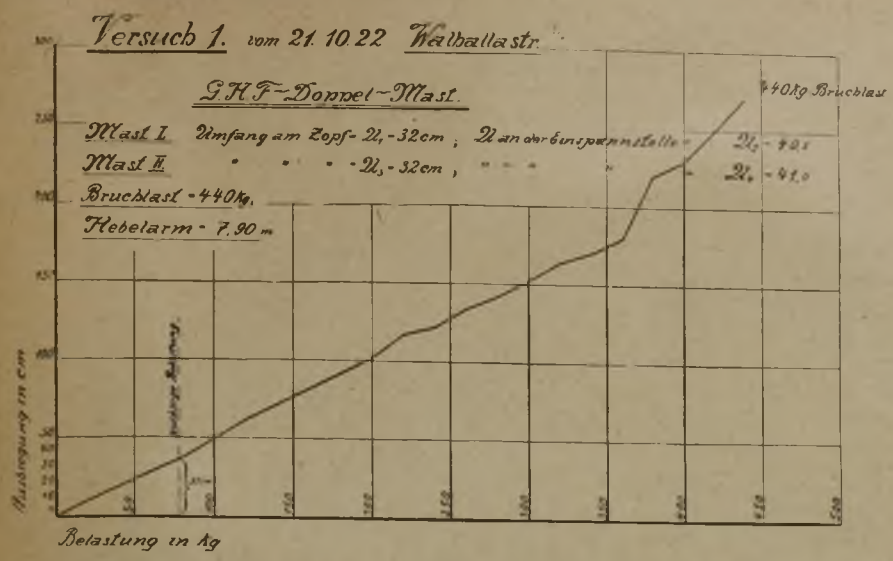
$$k_b = 145 \text{ kg/qcm}$$
$$l = 750 \text{ cm}$$

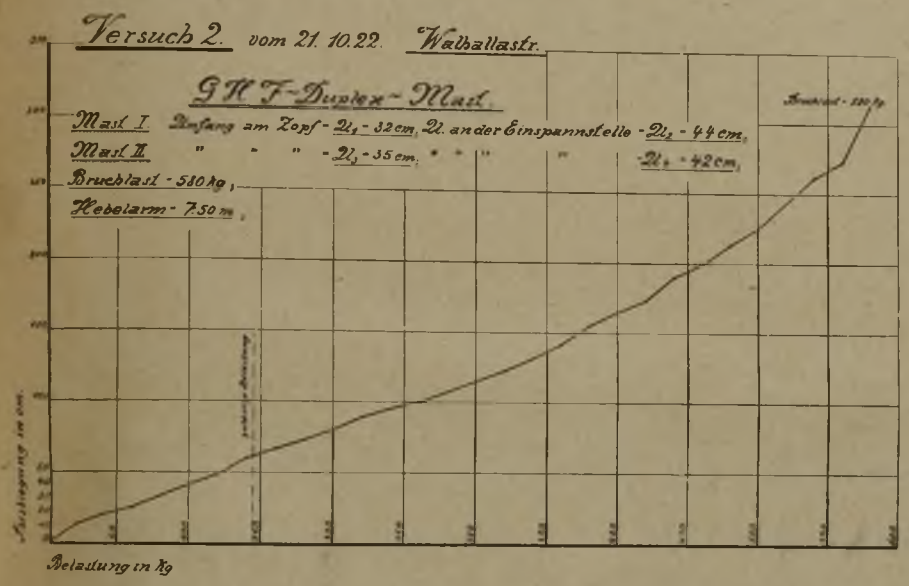
einsetzt, so ergibt sich ein höchstzulässiges

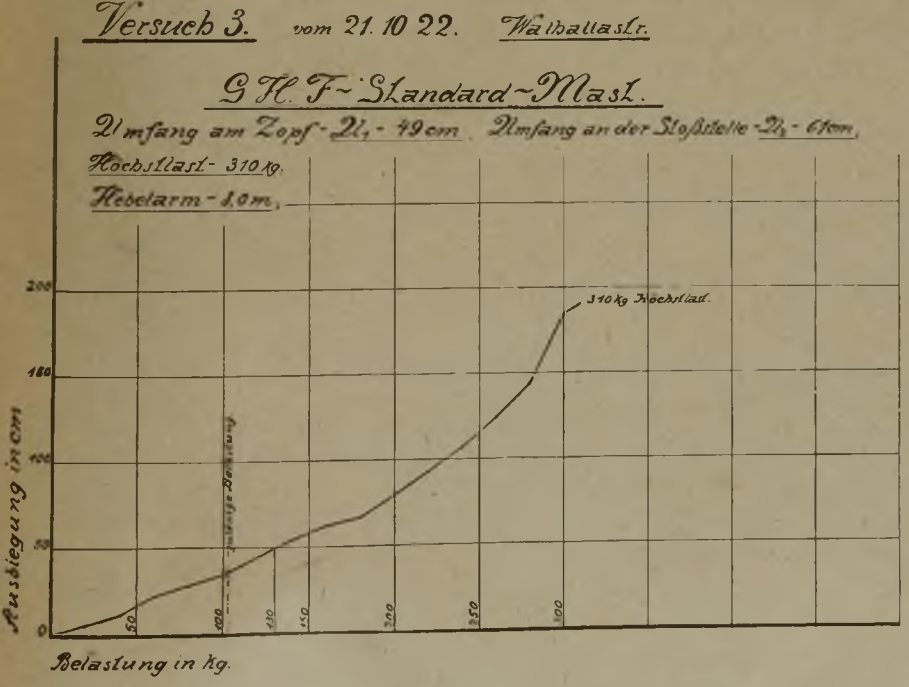
$$P = \frac{750 \cdot 145}{750} = 145 \text{ kg}.$$

Bei dem Versuch nun brach der Mast erst bei einer Belastung von 580 kg. Der Mast hat also demnach das $\frac{580}{145} = 4$ fache von dem ausgehalten, was er nach den Normen hätte aushalten sollen.

Wollte man den Duplexmast nur einem einfachen Doppelmast gleich stellen und für sein Widerstands-Moment nur die Summe der Widerstands-Momente der Querschnitte der beiden Einzelstangen gelten lassen, so würde man für diesen Mast eine $\frac{580}{97} = 6$ fache Sicher-







heit erhalten. Eine so geringe Ausnutzung der tatsächlichen Haltbarkeit aber wäre in heutiger Zeit der größten Holznot und der fast unerschwingbaren Preise fast aller Holzmärkte des In- wie des Auslandes ein wirtschaftliches Vergehen. Da man nach den Normen bei der Bestimmung der zulässigen Belastung höchstens eine vierfache Sicherheit fordert, so ergibt sich, daß man berechtigt ist, bei dem Duplexmast mit einem höheren Widerstands-Moment als bei dem Doppelmast zu rechnen. Und zwar beweist das Ergebnis des vorstehend beschriebenen Bruchversuches, — das nur die Ergebnisse früherer Versuche bestätigt, — daß dieses Widerstands-Moment bei vierfacher Sicherheit tatsächlich das Dreifache einer der Einzelstangen des GHF-Duplexmastes beträgt.

Nach dem Versuch wurden die Schrauben und Verbindungsstücke, die den Mast zusammengehalten hatten, wieder gelöst. Es zeigte sich, daß trotz der großen Ausbiegung des Mastes weder die Schrauben verbogen, noch in das Holz eingedrückt waren. Auch die Verbindungs-Elemente zeigten keine Beschädigung. Die infolge der großen Ausbiegung und der starken Belastung in den Verbindern auftretenden hohen Schubkräfte sind also vollständig aufgenommen worden, woraus folgt, daß die Scher-Beanspruchung und der Lochleibungsdruck bei dieser Verbindung in keiner Weise überschritten wurden.

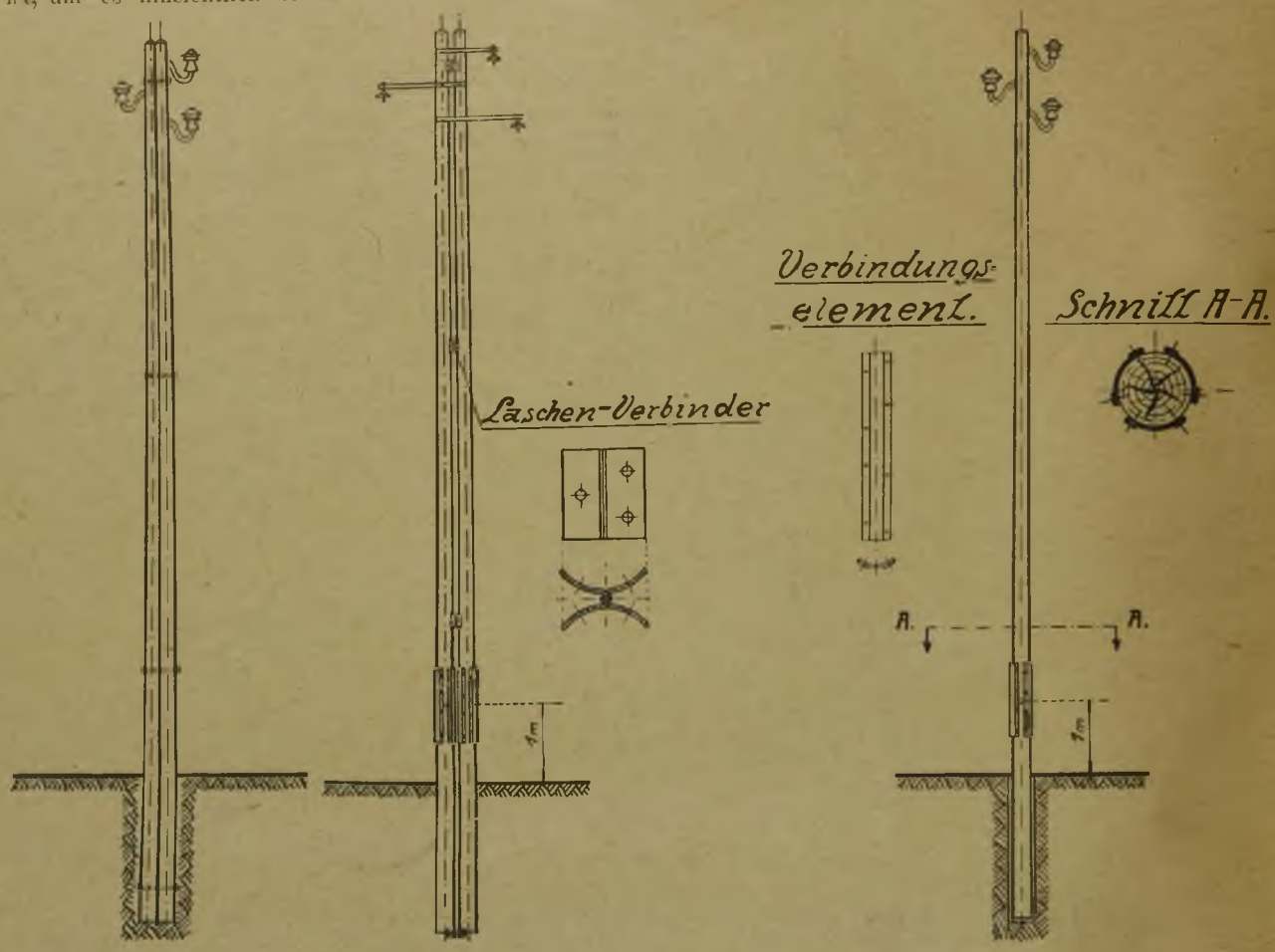
Betrachtet man die Biegungskurve des Duplexmastes, so wird man finden, daß sie ganz ähnlich der eines Einzelmastes verläuft, d. h. sie nähert sich anfangs fast einer geraden Linie, was erneut beweist, daß die Verbindung der beiden Stangen untereinander eine nahezu starre ist. Die Kurve zeigt ferner eine Ausbiegung von etwa 2,80 m an und bestätigt damit die außerordentliche Elastizität des Duplexmastes, in der ein weiteres Sicherheits-Moment zu erblicken ist.

Ein besonders anschauliches Bild des Sicherheitsgrades der GHF-Duplexmaste gibt ferner die umstehend abgedruckte tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse von Versuchen mit GHF-Duplexmasten, die am 3. Juli 1922 auf dem Werk der Firma in Krozingen bei Freiburg i. B. vor einem größeren Kreis von Sachverständigen gemacht wurden. Diese Zusammenstellung ermöglicht auch einen interessanten Vergleich mit dem Ergebnis des Bruchversuches an einem verdübelten Mast. Bekanntlich wird schon dem Dübelmast in den Freileitungs-Normen das dreifache Widerstands-Moment einer seiner Einzelstangen zugebilligt.

G H F - S t a n d a r t m a s t.

Der Standardmast ist eine völlig neue Konstruktion auf dem Gebiet des Leitungsmastenbaues. Sein Hauptunterschied gegenüber den bisher gebräuchlichen Holzmasten liegt darin, daß er nicht wie diese aus einem Stück und aus einem einheitlichen Material besteht, sondern aus zwei nach Länge, Holzart und Imprägnierung verschiedenen Stücken. Für das längere Mastoberteil ist das infolge seiner hohen

Elastizität besonders geeignete Nadelholz und als Schutz die altbewährte Kyanisierung mit reinem Quecksilber-Sublimat und die Teeröl-Imprägnierung beibehalten worden. Für das den schädigenden Einflüssen der Bodennähe ausgesetzte Unterteil hingegen ist, um es hinsichtlich seiner Haltbarkeit der hohen Lebensdauer des Ober-Teiles anzupassen, ein ganz besonders widerstandsfähiges Material gewählt worden, nämlich mit Teeröl imprägniertes Hartholz. Da man schon bei Eisenbahn-Schwellen aus diesem Material mit einer Gebrauchsdauer von 35—40 Jahren rechnet, obwohl die Schwellen noch einer mechanischen Abnutzung unterliegen, wie sie der Leitungsmast nicht kennt, so kann man für den Standartmast, bei dessen Unterteil die Teeröl-Tränkung noch 30—40 v. H. über die Reichsbahn-Vorschrift verstärkt ist, eine Lebensdauer annehmen, wie sie bisher von imprägnierten Masten auch nicht entfernt erreicht wurde. Die Länge des Mastunterteiles wird so gewählt, daß es mindestens bis 1 m über Erdboden ragt, wodurch sowohl die Zusammenstoßstelle mit dem Mastoberteil als auch letzteres selbst für die Erdfeuchtigkeit, ferner für aufspritzenden Schmutz usw. nicht mehr erreichbar ist und durch sie beeinflußt wird. — Forts. folgt.)



GHF-Doppelmast. GHF-Duplexmast. GHF-Standartmast.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse vom 3. Juli 1922 in Krozingen.

(Beanspruchung = o o ➤)

Lfd. Nr.	Benennung der Mast-Type	Zopfstärke cm	Stärke an der Einspannung cm	Widerstandsmomente der Einspann-Querschnitte cm³	Mittleres Widerstandsmoment $W_m = \frac{W_1 + W_2}{2}$ cm³	Länge des Hebelarmes cm	Festgestellte Bruchfestigkeit des Holzes kg/cm²	Demnach Bruchlast der Einzelstange kg	Beim Versuch erreichte Bruchlast des Mastes kg	Die Mastkonstruktion bot demnach das ? fache Widerstandsmoment kg	
1.	GHF-Duplexmast	10/11	14,5 / 14,8	300 / 313	307	800	540	207	630	3,04	abgelagerte Maste, erzeugt 1921
2.	do.	9/10	13,5 / 13,3	241 / 231	236	800	565	167	510	3,05	
3.	do.	10	12,7 / 12,7	201 / 201	201	800	670	168	580	3,45	
4.	do.	12	16,1 / 16,4	409 / 433	421	800	510	268	810	3,02	frisch kyanisierte Maste, erzeugt Mai 1922
5.	do.	9/10	13,8 / 14,3	258 / 287	273	800	500	171	510	3,00	
6.	verdübelter Mast	10	16 / 16,2	402 / 417	409	800	nicht feststellbar 50 kg angenommen	256	560	2,19	frisch kyanisiert, erzeugt Mai 1922. Bruch beim Dübel.

Inhalt: Neue Mast-Konstruktionen der Aktiengesellschaft Gebr. Himmelsbach in Freiburg im Breisgau. (Fortsetzung). —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H. in Berlin.
Für die Redaktion verantwortlich: Albert Hofmann in Berlin.
W. Büxenstein Druckereigesellschaft, Berlin SW.