

# Der Holzbau

Mitteilungen des „Deutschen Holzbau-Vereins“

HERAUSGEGEBEN VON DER

JAHRGANG 1921. „DEUTSCHEN BAUZEITUNG“

NUMMER 8.

## Der Sprengwerks-Binder mit Krag-Armen.

Von Studienrat Dipl.-Ing. Schneemann in Köln am Rhein.



In einer besonderen Abhandlung sind bereits Schlußformeln für die statisch Unbestimmten der verschiedenen Sprengwerks-Binder getrennt für die vorkommenden Belastungsfälle gegeben worden. Es brauchen nachstehend also nur die Fälle behandelt zu werden, bei denen Belastungen der Krag-Arme stattfinden.

Zunächst möge der einfache Sprengwerks-Binder betrachtet werden. Figur 1 zeigt das System desselben; der Krag-Arm ist durch Verlängerung der Zange gebil-

hierin bezeichnet  $N = \frac{J_2}{J_1}$  ( $J_1 =$  Trägheitsmoment der Pfosten,  $J_2 =$  Trägheitsmoment der Zange);  $Z_a = 8c^2 N + h(3l + 2b)$ ;  $Z_b = (l - 2b)(8c^2 N + h(3l + 2b))$ .

Figur 2 zeigt den einfachen Sprengwerks-Binder mit einem gegen den Pfosten abgesprengten Krag-Arm, wie er bei erforderlicher größerer Ausladung des Daches empfehlenswert ist. Zur Berechnung der statisch Unbestimmten wird angenommen, daß die Zange über dem Pfosten gestoßen ist und der Stoß als Gelenkknoten aufgefaßt werden kann. Der Stoß der Zange über dem Pfosten empfiehlt sich übrigens auch aus konstruktiven



Wohnhaus in Holz von Christoph & Unmack, Akt.-Ges., in Niesky in der Ober-Lausitz.

det. Diese Anordnung empfiehlt sich dann, wenn ein nur geringer Ueberstand des Daches gefordert wird. Die Berechnung der statisch Unbestimmten erfolgt mit der Annahme, daß die Formänderungs-Arbeit aus den Längs- und Querkräften vernachlässigt werden darf. Es ergibt sich dann nach dem Belastungsfall der Figur 1:

$$X_a = -\frac{P}{2Z_a} \cdot 3(l - 2b) \cdot u;$$

$$X_b = -\frac{P}{Z_b} \cdot 12(c^2 N - bh) \cdot u;$$

und wirtschaftlichen Gründen, um die Zange nicht zu lang zu bekommen. Für den Belastungsfall der Figur 2 ergibt sich dann:

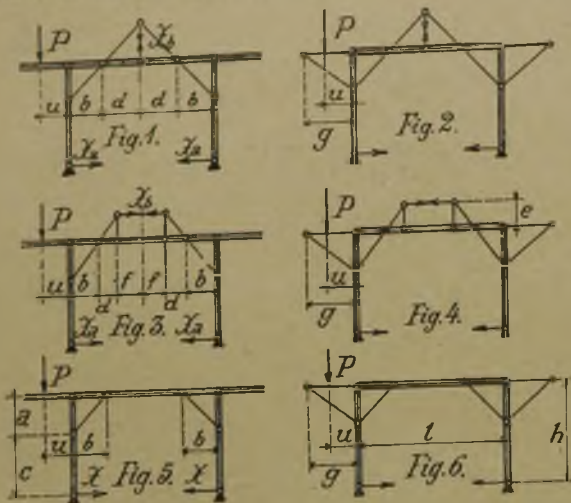
$$X_a = -\frac{P}{2Z_a} \cdot (3l + 2b) \cdot u;$$

$$X_b = -\frac{P}{Z_b} \cdot 24c^2 N \cdot u;$$

$N$ ,  $Z_a$  und  $Z_b$  haben die gleiche Bedeutung, wie bei dem Belastungsfall nach Figur 1.



Bei dem doppelten Sprengwerks-Binder sollen gleichfalls zwei Anordnungen der Krag-Arme unterschieden werden. Figur 3 zeigt den doppelten Spreng-



werks-Binder mit auskragender Zange. Es ergibt sich für den dargestellten Belastungsfall:

$$X_a = -\frac{P}{2Z} \cdot 3u(d^2 + 2bd + 6bf - 4df);$$

$$X_b = \frac{P}{2eZ} \cdot 3u(d + 2f)(2c^2N - b \cdot h);$$

hierin bedeutet  $N = \frac{J_2}{J_1}$  und  $Z = 4c^2N(d + 3f) + h(3d^2 + 4bd + 12bf + 12df)$ .

Figur 4 zeigt den doppelten Sprengwerks-Binder mit abgesprengtem Krag-Arm; für den dargestellten Belastungsfall ergibt sich:

$$X_a = -\frac{P}{2Z} \cdot u(3d^2 + 4bd + 12bf + 12df);$$

$$X_b = \frac{P}{cZ} \cdot 3c^2N \cdot u(d + 2f);$$

$N$  und  $Z$  haben hier die gleiche Bedeutung wie in dem Belastungsfall nach Figur 3.

Hiermit wäre die Berechnung der Sprengwerks-Binder erschöpft; der Vollständigkeit halber mögen noch die Schlußformeln für den Rahmen mit Eckstreben gegeben werden.

Für den Belastungsfall nach Figur 5 ergibt sich:

$$X = -\frac{P}{2Z} \cdot 3(l - b) \cdot u;$$

hierin bedeutet  $N = \frac{J_2}{J_1}$ ;  $Z = 2c^2N + h(3l - 4b)$ .

Für den Sonderfall einer gleichmäßig verteilten Last  $p$  über die ganze Länge des Krag-Armes wird:

$$X = -\frac{p}{4Z} \cdot 3g^2(l - b).$$

Für den Belastungsfall nach Figur 6 ergibt sich:

$$X = -\frac{P}{2Z} \cdot u(3l - 4b);$$

$N$  und  $Z$  haben hier die gleiche Bedeutung wie in dem Belastungsfall nach Figur 5.

Für den Sonderfall einer gleichmäßig verteilten Last  $p$  über die ganze Länge des Krag-Armes wird:

$$X = -\frac{p}{4Z} \cdot g^2(3l - 4b).$$

### Neuere Holzbauweisen für Tragkonstruktionen und Siedlungsbauten.



Im Februar dieses Jahres hielt Hr. Direktor Otto Hetzer aus Niesky in der Oberlausitz im „Architekten- und Ingenieur-Verein zu Hamburg“ einen Lichtbilder-Vortrag über „Neuere Holzbauweisen für Tragkonstruktionen und Siedlungsbauten“. Wir entnehmen dem Bericht über diesen bemerkenswerten Vortrag in den „Mitteilungen“ des genannten Vereins das Folgende:

Seit Jahrhunderten ist das Holz infolge seines häufigen Vorkommens nicht nur in Deutschland, sondern in allen Ländern als Baumaterial mit bestem Erfolg verwendet worden, und zwar nicht nur für die Zwecke des Wohnhausbaues, sondern auch für Dachstühle landwirtschaftlicher Bauten, Brücken größerer Spannweiten usw. Im sechszehnten Jahrhundert finden wir zuerst in Frankreich das Bestreben, größere Hallen frei zu überspannen, und zwar löste de L'Orme mit genagelten Bindern aus geschweiften, hochkantig gestellten Bohlen in Holz die Bauaufgabe für die damalige Zeit so trefflich, daß man die Konstruktionen oft, insbesondere bei landwirtschaftlichen Bauten anwandte. Bei Reitbahnen in Berlin haben sich diese Systeme selbst bei Anordnung von schwerer Ziegelbedachung in einer Reihe von Fällen zum Teil über hundert Jahre bewährt. Während u. a. die Dachstühle der Kirchen und die Brückenkonstruktionen die Jahrhunderte lange Bewährung von Kanthölzern mit starken, fast quadratischen Querschnitten die Haltbarkeit des Holzes als Baukonstruktions-Material einwandfrei dartun, beweisen die de L'Orme'schen Binder unwiderleglich die gute Haltbarkeit schwacher, hochprofiliger Hölzer im Hochbau für freitragende Dachkonstruktionen. Um 1825 herum begann man nach den Angaben des französischen Ingenieur-Obersten Emy Binder ähnlicher Formgebung mit flach übereinander gelegten Brettern zu bauen, die sich zuerst in Frankreich, später in Deutschland und Oesterreich bis um 1870 herum öfterer Verwendung erfreuten. Durch Vereinigung dieser beiden Bausysteme bildeten sich im Lauf der Zeit freitragende Binderbauweisen mit und ohne Zugstangen heraus, die sowohl für steile wie flache Dächer mit rechteckigem oder Binderquerschnitt in der Form des Doppel-T Anwendung fanden. Die Gurte aus horizontal liegenden Brettern oder Bohlen bog man über die Stege, die zumeist aus hochkant stehenden Bohlen gebogen wurden. Die Verbindung der einzelnen Holzteile erfolgte durch Holzschrauben, Bolzen und umgelegte Zugbänder.

Gestützt auf diese Versuche tüchtiger Zimmermeister, begann man in Deutschland vor etwa zwanzig Jahren damit, freitragende Binder als Gitter und Vollbandträger herzu-

stellen. Beim Gitterträger wurden die Bretter flachliegend oder hochkant gebogen und mit den schräg gestellten Gitterstäben durch zuverlässige Verbindungsmittel gemäß den Erfordernissen der neuzeitlichen Statik sachgemäß und tragfähig verbunden. Bei den Vollbandbindern, die in enger Anlehnung an die gefälligen Eisenformen ein noch weitergehendes Verwendungsgebiet zuließen, bog man über Leeren gehobelte flachliegende Bretter und verband sie durch Preßdruck unter Zuhilfenahme eines bewährten, in Feuchtigkeit unlöslichen Klebemittels zu biegungsfesten Träger-Querschnitten. Beide Systeme bewährten sich gut für Bauten aller Art, insbesondere auch für manche Arten von Industriehallen. Inzwischen hatte man die äußeren Dachformen der Industriehallen wesentlich geändert, um die Anordnung kittloser Oberlichte sowohl in den Mansarden wie auch im First der Hallen zu ermöglichen. In wirklich mustergültiger Weise verstanden es die Eisenkonstruktoren, sich den Erfordernissen des neuzeitlichen Industriehallen-Baues anzupassen. Um nun in Holz die gleichen Aufgaben lösen zu können, mußte man zum Teil mit den bisher bewährten Holzbinder-Systemen brechen und sich in der Formgebung an die eisernen Fachwerksbinder mit geknickten Ober- und Untergurten anlehnen. Hauptbedingung war dabei, die Anschlüsse der Gurte und Fachwerkstäbe so einwandfrei herzustellen, daß man genau wie beim Eisenbinder etwaige Kranbahnen, Transmissionen usw. zuverlässig anschließen konnte.

Wie bei allen Ausführungsarten der Neuzeit, mußten sich die Holzkonstruktoren in erster Linie von dem Gesichtspunkt leiten lassen, bei größtmöglicher Tragfähigkeit nicht mehr Material als nötig zu verwenden.

Es ist seit Langem bekannt, daß hochprofilige Halbholz-Querschnitte statisch und praktisch eine größere Tragfähigkeit aufweisen, als die früher zumeist verwendeten Querschnitte von Kanthölzern, bei denen sich im Allgemeinen das Verhältnis von Breite zur Höhe wie ungefähr 4:5 verhielt. Praktisch ist dieses dadurch erklärlich, daß diese last quadratischen Kanthölzer, bei denen der Kern nicht herausgeschnitten ist, beim Trocknen an der heißen Sonne oder als Tragwerke über Kesselhäusern, Glasbläsereien, Ofenhallen, Gießereien, in Porzellanfabriken usw. mehr oder weniger große Risse zeigen.

Der Holzhochbau-Konstrukteur begegnet nun dieser Rissebildung dadurch, daß er den Kern herauschneidet und durch Anwendung schmaler hochprofiliger Hölzer eine leichtere Austrocknungs-Möglichkeit schafft. Dieses verringert die Spannungen im Holz und beugt so einem Zerreißen





Außeres und Diele im Landhaus der Frau Dr. Platz in Wendefurth im Harz.  
Ausgeführt von Friedr. W. Lohmüller, Architekt in Gütten.



des Holzzellgewebes und einer dadurch bedingten Rissebildung ganz oder weitestgehend vor und erhöht hierdurch die Tragfähigkeit seiner Hölzer. In der statischen Berechnung wird aber diesem großen Vorteil bisher in keiner Weise Rechnung getragen.

Als zweite Forderung stellt der Holzkonstrukteur für seine Bauweise neben dem Herausschneiden des Holzkernes die Forderung für eine gute und sachgemäße Pflege des Holzes vor seiner Verzimierung auf.

Die dritte Forderung für die Herstellung von Holzingenieurbauten ist die Anwendung absolut zuverlässiger Verbindungen der Fachwerkstäbe untereinander mit dem geringst zulässigen Materialverbrauch insbesondere von Bolzen. Für kleine Spannweiten wendet man zur Verbindung dieser Konstruktionsteile meist nur Bolzen an, während bei Tragwerken größerer Stützweite mit schwerer Bedachung und mit angehängtem Kran und sonstigen Lasten meist eiserne Dübel in der verschiedensten Formgebung verwendet werden, die auf Grund amtlicher Prüfungsergebnisse sicher und einwandfrei die Kräfte übernehmen. Im Allgemeinen wird ein solches Holzingenieur-Tragwerk mit dreibis fünffacher Sicherheit berechnet, und zwar nicht allein hinsichtlich der Abmessungen der Hölzer unter Zugrundelegung der behördlichen Bestimmungen, sondern vor allem hinsichtlich der einwandfreien Ausbildung der Knotenpunkte. Die Zimmermanns-Konstruktion wird meist nur darauf untersucht, ob die Holzstärken für die in Frage kommenden Beanspruchungen ausreichen. Eine Prüfung der Anschlußstellen findet in der Regel nicht statt. Infolgedessen ergibt sich bei praktischer Durchrechnung der alten Systeme, daß sie tatsächlich hinsichtlich ihrer Verbindungsstellen nur eine selten zweifache Sicherheit aufweisen.

Die Herstellung solcher besonderen Holzfachwerke geschieht nach den erprobten Erfahrungen auf Grund von Werkzeichnungen, die, im Bureau bis ins Kleinste durchgearbeitet, die Anordnung und Größe jeden Versatzes, die Stärke und Lage jedes Bolzens, jeder Lasche und jeden Stoßes genau festlegen. Erst nach der Fertigstellung der statischen Berechnung und Durchzeichnung aller Knotenpunkte im großen Maßstab erfolgt die Holzbestellung nach den genau bestimmten Längen. Bei dieser Arbeit ergibt sich also kein Verschnitt. Die Mehrkosten für die Zeichenarbeiten werden wettgemacht durch die dadurch bedingten Baustoff-Ersparnisse.

Das Bohren der Bolzenlöcher und das Einfräsen der Nuten für die Spezialdübel geschieht mittels elektrischer Bohr- und Fräsmaschinen, die eine genaue Arbeit bis ins Kleinste gewährleisten.

Zusammengefaßt, kann man also sagen, daß der Bau neuer Holzsysteme Folgendes erfordert:

1. ein Lager ausreichend getrockneter hochprofiliger Normalhölzer;
2. Anstellung genügender Versuche mit bewährten eisernen Spezialverbindungsmiteln, die die Baupolizei als zuverlässige Knotenverbindung anerkennt;
3. das Vorhandensein ausreichend geschulter statischer Hilfskräfte und
4. das Vorhandensein geeigneter, zum Teil selbstkonstruierter, nicht handelsgängiger Spezialmaschinen.

Es gilt nun noch die Frage der Feuersicherheit der Holzkonstruktion zu erörtern.

Es wäre falsch, die Vorzüge der Massivbauweise und des Eisens in dieser Hinsicht mindern zu wollen, aber ebenso unrichtig ist es, dem Holzmaterial in Bezug auf seine Brandgefahr allgemein Nachteile beimessen zu wollen, die ihm nicht innewohnen oder sich einschränken lassen. Die umfangreichen, seit langen Jahren stehenden Holzbauten im Hamburger Hafen, die alten, bis zu ihrem Abbruch etwa ein halbes Jahrhundert bewährten Bahnhofshallen auf den Hamburger Bahnhöfen, zahlreiche Lokomotivschuppen und neu-

### Vermischtes.

**Die Technische Kommission des Deutschen Holzbauvereins.** Laut Beschluß der ordentlichen Mitglieder-Versammlung des „Deutschen Holzbauvereins“ vom 4. März 1921 setzt sich die „Technische Kommission“ des Vereins für das Geschäftsjahr 1921 wie folgt zusammen: Hr. Adolf Sommerfeld als Vorsitzender, die Hrn. X. (Stephansdach), Dr.-Ing. Dr. Lewe, Dr.-Ing. Gesteschi und Dr.-Ing. Jackson als Mitglieder und Sachverständige, sowie Hr. Reg.-Bmstr. Mylius als Geschäftsführer und Schriftführer.

**Ueber die Lage auf dem Weltholzmarkt** entnehmen wir der „Munch.-Augsb. Abdtg.“, daß diese Lage durch eine internationale Krise beherrscht wird, die nicht etwa durch Ueberproduktion hervorgerufen ist, sondern die ihre Ursache darin hat, daß der Absatz an Halb- und Ganzfabrikaten infolge der politischen Verhältnisse weit hinter dem Bedarf zurück bleibt. In der Tschechoslowakei verfallen

zeitliche große Bahnhofsanlagen, u. a. die in Kopenhagen, dürften den Beweis erbracht haben, daß, prozentual genommen, Holzhallenbauten auch in ungeschützter Form nicht mehr unter Brandunfällen zu leiden haben, als Massiv- oder Eisenkonstruktionen unter den gleichen Voraussetzungen.

Es ist bekannt, daß nicht ummantelte Eisenbinder- oder eiserne Säulen- und Trägerkonstruktionen, wenn sie dem Feuer ausgesetzt sind, sich ausdehnen und verziehen und beim Einsturz die Mauern zumeist völlig zerstören. Die Aufräumungsarbeiten solcher Brandstellen sind überaus zeitraubend und kostspielig. Neben manchem Brandunfall dürfte das u. a. der Brand des großen Elevators in Fiume 1907, der unter einem Aufwand von 3 Mill. M. in neuzeitlicher Weise unter Ausschluß der Verwendung jeglichen Holzes hergestellt war, beweisen.

Bei Holzkonstruktionen bleiben die Mauern stehen, und wenige Tage nach dem Brand kann man auf die unverletzten Mauern, nachdem die geringen Aufräumungsarbeiten vorgenommen sind, das neue Dach aufsetzen. Holzkonstruktionen kann man gegen Feuer schützen, indem man die Binder mit feuersicheren Anstrichen, mit Imprägnierung oder Rabitz-Putz-Ummantelung versieht. Die letztere kann auch an der Unterseite der Pfetten und des Gespärres angebracht werden.

Um zu beweisen, wie leicht, preiswert und zuverlässig Holzkonstruktionen feuersicher gemacht werden können, veranstaltete der „Bund österreichischer Zimmermeister“ im Jahr 1909 in Wien höchst beachtliche Brandproben. Städtische und staatliche Behörden und die an der Lieferung von Feuerschutzmaterialien interessierten Firmen unterstützten in freigelegter Weise die Versuche. Die Ergebnisse sind bahnbrechend für die Weiterentwicklung des Holzes als Konstruktionsmaterial in Oesterreich gewesen; in schlagender, einwandfreier Weise zeigten diese Versuche erneut, daß unter gewissen Voraussetzungen imprägnierte und ummantelte Holzbauteile als Balkenlage, Gespärre, Treppen und Säulen sich unter Umständen besser als Stein, vor allem aber wesentlich besser als nicht ummanteltes Eisen bewähren. Vergleiche mit Eisenbeton konnten damals nicht gemacht werden, weil Eisenbetonfirmen es abgelehnt hatten, ihre Konstruktionsteile der unter Amtsaufsicht stehenden Probe zu unterwerfen.

In einer großen Zahl vortrefflicher Lichtbilder gab der Vortragende anschauliche Ergänzungen zu seinem Vortrag. Er zeigte auch die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten von Holz für Siedelungsbauten. Konstruktions-Einzelheiten und ganze malerisch angelegte Siedelungen in den verschiedenen Gegenden Deutschlands wurden im Bild vorgeführt.

Die Versammlung dankte Hrn. Direktor Hetzer durch lebhaften Beifall.

In der sich anschließenden Aussprache erhielt Hr. Leo auf eine Frage nach den Preisen der Holzkonstruktionen gegenüber Eisen- und Eisenbeton-Ausführungen die Auskunft, daß bei größeren Spannweiten zurzeit Holz gegenüber Eisen um 50 % billiger ist; bei kleinen Spannweiten sinkt die Ersparnis auf etwa 25 % herab. Gegenüber Eisenbeton-Konstruktion stellt sich Holzbau um etwa 60 % billiger. Zu einer Frage von Hrn. Drubba, inwieweit bei den im Lichtbild gezeigten Holzfachwerksbindern für Dächer und Hallen die Druckgurtung durch Querverbände ausgeprüft ist, bemerkte der Vortragende, daß Windverbände als solche kaum ausgeführt wurden, Montageverbände wurden zum Teil ausgeführt und in der Konstruktion belassen. Auf Anregung von Hrn. Gottsch erlärte der Vortragende die verschiedenen Ansichten über Leimung und Nagelung im Holzbau. Hr. Blohm erwähnte hierzu die alte Regel: „Drei Tropfen Leim halten mehr als ein fünfzölliger Nagel“.

Schließlich dankte der Vorsitzende dem Vortragenden herzlich für seine interessanten zeitgemäßen Ausführungen.

große alte Holzvorräte infolge der Ausfuhr-Erschwerungen der Fäuhis. Auch in Rumänien und Jugoslawien lagern ungeheure Holzvorräte. In Rumänien stehen 60 000 Wagen geschnittenes Holz. Jugoslawien wartet auf den ihm durch den Vertrag von Rapallo zugesicherten Weg zum Meer. Italien verwüstet die ihm durch den Krieg zugefallenen Waldungen. Die russischen Sägewerke sind verödet und nicht mehr betriebsfähig; eine Ausfuhr von Rundholz scheitert an den politischen Verhältnissen. Der skandinavische Holzmarkt ist überfüllt, weil England nicht mehr in dem Maß wie früher Abnehmer ist.

**Inhalt:** Der Sprengwerks-Binder mit Krag-Armen. — Neuere Holzbauweisen für Tragkonstruktionen und Siedlungsbauten. — Vermischtes. — Abbildungen: Holzhäuser von Christoph & Unmack und Friedr. W. Lohmüller. —

Verlag der Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin. Für die Redaktion verantwortlich: Albert Hofmann in Berlin. Buchdruckeret Gustav Schenck Nachflg. P. M. Weber in Berlin.