Der Holzbau

Mitteilungen des "Deutschen Holzbau-Bereins"

HERAUSGEGEBEN VON DER

IAHRGANG 1921.

"DEUTSCHEN BAUZEITUNG"

NUMMER 11.

Tragfähigkeit eiserner Bolzen bei Holzverbindungen.

Von Richard Ludwig in Markkleeberg.



n seinem Werk über "Hölzern e Dachkonstruktionen" gibt Hr. Ingenieur Gesteschi bei Berechnung der Tragfähigkeit eiserner Verbindungsbolzen an, daß die Tragfähigkeit derselben aus den Biegungsspannungen zu ermitteln sei (Seite 23). Werden Stöße der Hölzer durch Eisenlaschen gedeckt, so soll als freie

Länge der Bolzen die Stärke des Holzes, bei Deckung durch Holzlaschen die Länge von Mitte zu Mitte Holz-

Abb. 3 B Abh. 5 a. Abb 6. Abb. 7.

lasche gerechnet werden (Abbildung 1). Er schreibt weiter (Seite 23), daß der Bruch eines Stoßes, wie die Versuche gezeigt haben, durch Abscheerung des Bolzens erfolge. Daraus geht hervor, daß im Allgemeinen die Berechnungsweise der Beleen auf Bi Berechnungsweise der Bolzen auf Biegung den tatsäch-

lichen Verhältnissen nicht entspricht. Eine andere Art der Berechnung der Bolzen scheint aber auch nicht vorhanden zu sein, wie ich aus der Fußnote Seite 23 schlie-

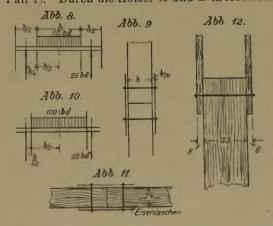
ßen möchte und mir persönlich ist auch keine bekannt.
Bei der großen Wichtigkeit, die Holz künftig zu
Bauzwecken wieder haben wird, ist aber mehr denn je erwünscht, daß den Holzverbindungen eine genügende Beachtung geschenkt wird, zumal wir durch die Statik jetzt in der Lage sind, Fachwerke aus reinen Zug- und Druckgliedern zusammensetzen zu können. Angeregt durch genanntes Werk und weil ich selbst Bolzenverbindungen anwenden mußte, habe ich versucht, eine bessere Berechnungsweise der Bolzen ausfindig zu machen. Die Bolzen einwandfrei zu berechnen, läßt sich selbst mit den ausgiebigsten Mitteln der höheren Mathematik nicht durchführen, da die Verhältnisse außerordentlich verwickelt liegen. Deshalb soll auch die nachstehend aufgeführte Berechnungsweise keinen Anspruch auf Genauigkeit erheben, sie soll vielmehr nur den tatsächlichen Verhältnissen einigermaßen Rechnung tragen; dabei soll sie Werte liefern, die unter allen Umständen praktisch brauchbar sind und die sich, was Hauptsache ist, auf einfache Weise ermitteln lassen.

Bei Berechnung der Bolzen sind vorerst vier Fälle zu unterscheiden (Abbildung 2): Fall 1) einschnittiger Bolzen, drückend auf Hirnholz 3) zweischnittiger Bolzen, Querholz

Bei Berechnung soll die Annahme gemacht werden, daß der Lochleibungsdruck auf Hirnholz den Wert von 100 kg/cm², der auf Querholz den Wert von 50 kg/cm² nicht Sollten Versuche ergeben oder ergeben haben, daß diese Werte unrichtig sind, so lassen sich die nachentwickelten Formeln ohne Weiteres dement-

sprechend ändern.

Durch die Hölzer A und B in Abbildung 3



soll eine Kraft im Sinne der Pfeile übertragen werden. In den Berührungsflächen der Hölzer B mit dem Holz Afindet ein Abscheerungs-Bestreben der Bolzen statt, deshalb geht die Kraftübertragung von dem einen Holz auf das andere an diesen beiden Stellen vor sich. Die Hölzer B werden durch diese Kraft einseitig beansprucht. Soll der am äußeren Rand des Holzes auftretende Leibungsdruck im Holz B den Wert von 100 kg.cm² gerade erreichen, so muß nach der Formel für zusammengesetzte

Festigkeit sein: $100 = \frac{P}{F} + \frac{Pe}{W}, \text{ also } 100 = \frac{P}{b \cdot d} + \frac{P \cdot b/2}{\frac{1}{6} \cdot d \cdot b^2}$ wenn b die Holzstärke und d den Bolzendurchmesser be-

deuten.

Hieraus ergibt sich: $P = 25 b \cdot d$.

Dabei muß aber der Bolzen, wenn die Biegungsspannung in ihm das zulässige Maß nicht überschreiten soll, unbedingt eine Mindeststärke haben. Dieselbe ergibt sich aus nachstehender Betrachtung: die Randspannungen im Holz B betragen:

 $0 = \frac{25 \ b \ d}{3} - \frac{75 \ x^2 \ d}{b}, \text{ woraus folgt } x = \frac{b}{3}.$ Diesen Wert eingesetzt in die Momenten Gleichung ergibt $M_{\text{max}} = \frac{25 \ b \ d \cdot b}{3 \cdot 3} + \frac{50 \ b^3 \ d}{27} - \frac{25 \ b^3 \ d}{b \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3} = \frac{100 \ b^2 \ d}{27}.$

Bei einer zulässigen Biegungsspannung im Bolzen von 1200 kg cm² wird $\frac{M_{\text{max}}}{k} = w$, also $\frac{100 \ b^2 \ d}{27 \cdot 1200} = \frac{\pi}{32} \ d^3$ und

hieraus ergibt sich $d=\frac{b}{5,6}$, bei einer Stärke des Bolzens

von $\frac{b}{5,6}$ trägt also der Bolzen die Last $P=25\,b\,d$. Würde nun weiter der Bolzen so stark und starr sein, daß ein Durchbiegen desselben nicht möglich ist,



Probe-Montage eines Holzhauses in der Montage-Halle von Christoph & Unmack in Niesky in der Ober-Lausitz.

$$1 = \frac{25 \ b \ d}{b \ d} \pm \frac{25 \ b \ d \cdot b / 2}{\frac{1}{6} \ d \ b^2} = \pm \frac{100 \ \text{kg/cm}^2}{50}$$

 $k = \frac{25 \, b \cdot d}{b \, d} \pm \frac{25 \, b \cdot d \cdot b \cdot 2}{1_{/5} \, d \, b^2} = \frac{+ \, 100 \, \text{kg/cm}^2}{- \, 50}$ Dadurch ergeben sich die Belastungsflächen nach Abbildung 4. Diese Lockheibungsdrücke verursachen eine Biegung des Bolzens, das größte Biegungs-Moment tritt im Querschnitt a-a auf, mit dem Abstand x+1/3bvom oberen Rand.

$$y = \frac{150 \, x}{b} \quad \left(\text{aus } \frac{100}{y} = \frac{2/3 \, b}{x} \right).$$

In Faser a-a beträgt der Leibungsdruck: $y = \frac{150 \ x}{b} \quad \left(\text{aus } \frac{100}{y} = \frac{2}{x}\right).$ Das Biegungs-Moment des Bolzens im Schnitt a-a

$$M = \frac{50 \cdot \frac{1}{3} b \cdot d}{\frac{2}{3} \cdot \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{3} b + x\right) - \frac{x \cdot 150 x}{2 \cdot b} \cdot \frac{x}{3} \cdot d}{\frac{25 b}{3} + \frac{50 b^2 d}{27} - \frac{25 x^3 d}{b}}.$$
Durch Differentiarrung ergibt siehe

$$\partial M = \frac{25 b d \partial x}{3} - \frac{25}{b} \cdot 3 x^2 \partial x d.$$

Durch Differenzierung ergibt sich: $\partial M = \frac{25 b d \partial x}{3} - \frac{25}{b} \cdot 3 x^2 \partial x d.$ daraus der Differential-Quotient $\frac{\partial M}{\partial x} = \frac{25 b d}{3} - \frac{75 \cdot x^3}{b},$

setzt man $\frac{\partial M}{\partial x}$ = Null, so ergibt sich im Abstand x der Höchstwert des Biegungs-Momentes, also

so würde er gleichmäßig auf die Lochleibung der Hölzer B drücken und in diesem Fall die Last $P=100\ b\ d$ tragen können, also die vierfache Last.

Nimmt man an, daß das mittlere Holz die Stärke $2\,b$ habe und daß die Tragkraft des äußeren Holzes $100\,b\,d$ zu einer Mittelkraft im Druckschwerpunkt vereinigt gedacht wird, so ergibt sich die Biegungs-Gleichung:

Bei dieser Bolzenstärke (Abbildung 5a), fast so stark wie das Holz selbst, dürfte die Annahme berechtigt sein, daß der Druck auf die Lochleibung vollständig gleichmäßig erfolgt.

Bei allen Bolzen, die stärker sind als $\frac{b}{5.6}$ und

schwächer als $\frac{b}{1.08}$, wird die Tragfähigkeit derselben zwischen 25 b d und 100 b d liegen. Läßt man das erforderliche Widerstands-Moment des Bolzens so wachsen. wie das Biegungs-Moment des Bolzens wächst, so wird man für alle Belastungsfälle gleich stark auf Biegung beanspruchte Bolzen haben mit in zulässigen Grenzen liegendem Lochleibungs-Druck.

Diese Bedingung wird ungefähr erfüllt, wenn man

$$P = b d \frac{x}{\sqrt{\frac{b}{d} - y}}$$

annimmt, wobei x und y so zu bestimmen sind, daß vorstehende Formel bei $d = \frac{b}{5.6}$ den Wert 25 und bei $d = \frac{b}{5.6}$ den Wert 100 ergeben.

$$P=12,5\ b\ d$$
 bei einer Bolzenstärke $d=\frac{b}{7,95}$ und $d=\frac{b}{1,53}$,

$$P = b d \frac{26,25}{\sqrt{\frac{b}{d}} - 0,71} \dots 25$$



Seitenansicht des Landhauses Schwerte in Rhens am Rhein. Architekt: Max Heidrich in Paderborn. Ausführung: Siebelwerk, Holzhaus- und Barackenbau in Düsseldorf-Rath.

Nach diesem wird

$$P = b d \frac{44,0}{\left| \frac{b}{d} - 0,60 \right|} \dots 1$$

Für schwächere und stärkere Bolzen, als angegeben, ist diese Formel nicht anwendbar.

Fall 2). Einschnittiger Bolzen, gegen Querholz drückend, mit dem Lochleibungs-Druck = 50 kg/cm^2 .

Unter Beibehaltung des Rechnungsganges wie im Fall 1 ergibt sich

Fall 3). Zweischnittiger Bolzen, gegen Hirnholz drückend, mit dem Lochleibungs-Druck = $100 \, {\rm kg \, cm^2}$.

Um das im Fall 1 angewendete Rechnungsverfahren auch auf diesen Fall anwenden zu können, wird der Bolzen in der Mitte zerschnitten gedacht (Abbildung 6). Auf diese Weise entsteht nebeneinander zweimal der

Fall 1.

Die Tragfähigkeit beträgt daher $P = 25 \frac{b}{2} d \cdot 2 = 25 b d, \text{ wenn } d = \frac{b}{2} : 5.6 = \frac{b}{11.2} \text{ ist.}$ (Schluß folgt.)

Die Holzwirtschaft der Welt.

Von Geh. Regierungsrat Wernekke in Zehlendorf. (Schluß.)



war sind auch in den holzreichen Ländern Europas die leicht zugänglichen Walder zum großen Teil bereits ausgebeutet, und in Zukunft wird daher die Hollzgewinnung sehon aus dem Grunde, weil die Wälder in abgelegeneren Gegenden aufgesucht werden müssen, höhere Kosten erfordern. Die Einfuhr von Holz aus überseeischen Ländern, die schon vor dem Krieg einen erheblichen Bruchteil des europäischen Holzbedarfes dekken mußte, wird daher in Zukunft an Bedeutung gewinnen. Der Krieg hat neben den sonstigen Schäden, die er angerichtet hat, auch starke Waldverwüstungen zur Folge gehabt. In England sind große Waldflächen der Axt zum Opfer gefallen, um Ersatz für die fehlende Einfuhr zu schaffen und den erhöhten Bedarf, den der Krieg mit sich brachte, zu decken. In Belgien und Frankreich ist außer durch den erhöhten Verbrauch, an dem in Frankreich insbesondere auch die Amerikaner beteiligt waren, viel Wald durch die Verwüstung des Landes beim Stellungskrieg verloren gegangen. Diese Gebiete werden zwar zum Teil wieder aufgeforstet; es dauert aber natürlich geraume Zeit, che sie wieder Erträge bringen. Selbst wenn sich Europa großer Sparsamkeit befleißigt, wozu es jetzt nach dem Krieg auch aus anderen Gründen, nicht nur wegen der Holzknann. großer Sparsamkeit befleißigt, wozu es jetzt nach dem Krieg auch aus anderen Gründen, nicht nur wegen der Holzknappheit, gezwungen ist, wird es in Zukunft erhebliche Mengen Holz einführen nüssen. Hierfür kommen in erster Linie Kanada und die Vereinigten Staaten von Nordamerika in Frage. Frankreich ist schon lange darauf bedacht, die Holzbestände seiner Besitzungen in Afrika zu verwerten, und seine Bestrebungen auf diesem Gebiet werden durch den Bedarf Europas sicher gefördert werden.

In Amerika sind zunächst die Vereinigten Staaten als ein Land anzusehen, das auf die Dauer ein Selbstversorger sein wird; wenn es auch jetzt noch zu den Ausfuhrländern gehört, so wird es doch diese Stellung bei dem Raubbau, den es mit den Wäldern wie mit allen seinen Naturschätzen getrieben hat und noch treibt, über kurz oder lang verlieren. Zwar liefern einzelne Gegenden noch erhebliche Mengen Holz an das Ausland, im Ganzen führen aber die Vereinigten Staaten Holz ein, namentlich aus Kanada, um daraus Papier zu machen. Man hat zwar auf Flächen von ungefähr 80 Mill. ha mit einer planmäßigen Waldwirtschaft begonnen, aber selbst wenn dadurch die Menge des im Inland erzeugten Holzes erheblich vermehrt wird, bleibt sie doch hinter der zurück, die zum Teil für den eigenen Bedarf, zum Teil für die Aufrechterhaltung einer Ausfuhr im heutigen Umfang erforderlich sein würde. In Amerika sind zunächst die Vereinigten Staaten als

heutigen Umfang erforderlich sein würde

Während die früher als Leberschußländer genannten Länder Europas hauptsächlich für die Lieferung von Weichholz in Frage kommen, liefern die Länder Mittelamerikas im Wesentlichen Hart- und Edelhölzer, z. B. Mahagoni-, Zeder- und ähnliches Holz. Sie sind also für die Holzversorgung der Welt, was die Menge anbelangt, von geringerer Bedeutung, während die Teile Nordamerikas mit gemäßigtem Klima gerade für die Massenlieferungen Wert haben. Die Hauptquelle für Holz in Nordamerika ist Kanada mit Britisch-Kolumbien, das auf einer Fläche von 64,75 Mill. ha 181 Mill. chm Holz erzeugt. Der Bestand umfaßt im Wesentlichen Nadelwälder. Von hier geht viel Holz nach Australien, nach China und Japan, und die Ausfuhr nach den Vereinigten Staaten ist im Wachsen begriffen. Mexiko und Alaska versorgen sich jetzt noch mit ihren eigenen Voräten, werden aber infolge der Entwicklung des Bergbaues und der damit im Zusammenhang stehenden Gewerbe in absehbarer Zeit auf Einfuhr angewiesen sein. Außer Kanada kommen für die Ausfuhr noch Neufundland. Guatenada kommen für die Ausfuhr noch Neufundland, Guatemala, Honduras, Nikaragua, Kostarika, San Salvador, Panama, Kuba und San Domingo in Frage.

nama, Kuba und San Domingo in Frage.

In Südamerika führen Peru, Uruguay, Argentinien und die Falkland Inseln Holz ein. Argentinien könnte zwar Holz ausführen, aber seine riesigen Wälder sind zu einem großen Teil noch unerschlossen. Es gibt zwar aus ihnen Harthölzer, z. B. Quebracho-Holz ab, muß aber anderseits Weichholz einführen. Aehnlich liegen die Verhältnisse in Peru. Länder, bei denen inländische Erzeugung und inländischer Verbrauch im Gleichgewicht sind, sind Chile, Paraguay und Bolivien. Chile hat überdies noch sowohl Ausfuhr wie Einfuhr. Es kann sicher seine Holzgewinnung so steigern, ihr es Holz ausführen könnte. Bolivien hat zwar Wälder, die einen Ueberschuß an Holz ergeben könnten Wälder, die einen Ueberschuß an Holz ergeben könnten seine unglückliche Lage, ohne eigenen Zugang zum Meer verbieten ihm aber die Ausfuhr in nennenswertem Umfang Außerdem liegen die Wälder weit vom Meer entfernt, sodaß auch ohne Dazwischenliegen einer politischen Grenze die Anforderung nach dem Ausfuhrhafen Schwierigkeiten haben würde.

Zu den südamerikanischen Ausfuhrländern gehören Kolombien, Venezuela, Equador, Guyana und Brasilien, doch liefern diese bis jetzt im Wesentlichen nur Edelhölzer, Mahagoni-, Zedern- und anderes Hartholz, kommen also für die Massenlieferungen nicht in Frage. Namentlich Brasilien hat noch große Holzbestände in zum Teil unbekannten Sorten. Obgleich sie weit landeinwärts wachsen, stehen ihrer Abförderung doch keine unüberschwindlichen Schwierigkeiten entgegen, weil die Wälder von befahrbaren Flüssen durchschnitten werden.

In Asien stehen den Einfuhrländern, wie Kleinasien, Arabien, Palästina, Mesopotamien und China die Ausfuhrländer Indien. Siam. Indo-China, die Malayische Halbinsel, die Sunda-Inseln, die Philippinen, Japan und Sibirien gegen. über. Von untergeordneter Bedeutung sind die Länder, die Selbstversorger sind und damit ihr einheimisches Holz aufzehren: Persien, Afghanistan und Java. Wenn sich in diesen Ländern Gewerbe entwickeln, werden sie aber Holz verbrauchen, und die Folge wird sein, daß sie zu den Einfuhrländern übergeben. fuhrländern übergehen.

fuhrländern übergehen.

In Australien ist es zweifelhaft, wie lange seine jetzt in der Ausbeutung begriffenen Wälder den Bedarf noch werden decken können. Im Nordwesten liegen aber noch große Waldflächen, die, wenn sie erst erschlossen sind, einen Ueberschuß zur Ausfuhr liefern werden.

Ganz Afrika wird von einem riesigen Waldstreifen durchzogen, dessen Ausbeutung, wie schon erwähnt, den Franzosen sehr am Herzen liegt. Namentlich am Kongo linden sich dichte Wälder, denen aber die Verkehrswege noch gänzlich fehlen; auch hat die Beschaffung der nötigen Arbeitskräfte Schwierigkeiten. Zurzeit kommen daher von Arbeitskräfte Schwierigkeiten. Zurzeit kommen daher von dort nur geringe Mengen Holz auf den Weltmarkt. Sie werden über die englischen und französischen Siedelungen

ausgeführt.

ausgeführt.

Die zwei großen Zukunftsländer für die Holzversorgung der Welt sind also das Innere von Südamerika und von Afrika. In zweiter Linie der Menge nach kommen Kanada, die Philippinen und Teile von Australien in Frage doch dürfte zeitlich ihre Erschließung und Ausbeutung der jener Länder vorausgehen. Die durch den Krieg geschaffene Lage hat gezeigt, in wie weitem Maß die verschiedenen Länder in Bezug auf die Holzversorgung von einander abhängig sind, und das Ziel der Welt-Holzwirtschaft muß daher ein Zusammenwirken aller Länder in dem Bestreben sein, sich gegenseitig mit Holz zu versorgen und sich gegenseitig den Ueberschuß an Holz abzunehmen. Wir finden also hier wieder die Wahrheit des nicht nur für das Holz sondern für alle Wirtschaftsgüter gültigen Satzes bestätigt. sondern für alle Wirtschaftsgüter gültigen Satzes bestätigt. daß bei dem beutigen Stand des Wirtschaftslebens und des Verkehres kaum ein Land auf eigenen Füßen zu stehen vermag, sondern daß alle Länder auf einander angewiesen sind und nur gedeihen können, wenn sie ihre Güter mit einander austauschen.

Vermischtes.

Vermischtes.

Schnelligkeit in der Aufstellung von Holzhausbauten. Die Aufstellung von Wohnhäusern in Holz geht außerordentlich schnell vor sich, da bei fast allen Systemen das ganze Holzhaus in der Fabrik fertig zum Aufbau vorgearbeitet wird. Das bezieht sich, wie die Abbildung S. 42 zeigt, nicht allein auf die konstruktiven und tragenden Teile. sendern auch auf Türen, Fenster mit Verglasung, das Material der Dachdeckung, den Fußboden usw. In der hierdurch hervorgerufenen Zeitersparnis liegt ein ungeheurer Vorteil für die Wohnungs-Wirtschaft an sich. An der Baustelle sind die numerierten Bestandteile lediglich aufzurichten und zusammen zu schrauben, worauf das Gebäude sofort bezogen werden kann. Die angebliche geringere Feuersicherheit eines Holzhauses gegenüber dem Massivbau ist sicherheit eines Holzhauses gegenüber dem Massivbau ist auch durch die Erfahrung widerlegt worden. Demgemäß werden Holzhäuser so gut wie steinerne zur Landesbrandkasse angemeldet und von Feuergesellschaften versichert. Außerdem kann durch Imprägnierung oder Silikat-Anstriche das Holz praktisch unentflammbar gemacht werden. Es sind auch Reihenwohnhäuser zugelassen mit der Bedingung, daß alle 40 m eine massive Feuerwand eingebaut wird. Wo das Material vorhanden ist (und natürlich auch das Geld, denn 1 ym Ziegeldeckung kostet heute 50 M.), können anstatt Pappdach auch Ziegel, Schiefer, Schindeln, Stroh oder Schilf aufgelegt werden.

Inhalt: Tragfähigkeit eiserner Bolzen bei Holzverbindungen.

— Die Holzwirtschaft der Welt. (Schluß.) — Vermischtes. — Abbildungen: Probemontage eines Holzhauses. — Landhaus Schwerte in Rhens vom Siebelwerk.

Verlag de Deutschen Bauzeitung, G. m. b. H., in Berlin. Für die Redaktion verantwortlich: Albert Hofmann in Berlin. Buchdruckerei Gustav Schenck Nachfig. P. M. Weber in Berlin.