



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Bauen in Holz

Stolper, Hans

Stuttgart, 1933

Holzverbindungen

[urn:nbn:de:hbz:466:1-94697](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-94697)

HOLZVERBINDUNGEN

Von Reg.-Baumeister Dr.-Ing. Hugo Seitz

Mangelhaft ausgeführte Holzverbindungen haben schon oft zu Mißerfolgen geführt, die man dann gerne dem Holz selbst ankreidet. Meist liegt aber die Ursache in unzureichender Kenntnis oder Beachtung der Eigenschaften des Baustoffs. Vor allem wird der Unterschied der Festigkeit parallel und senkrecht zur Faser, der bei den Nadelhölzern sehr ausgeprägt ist (vgl. S. 10), oft nicht genügend berücksichtigt. Auch das Schwinden des Holzes führt oft zu Mängeln (klaffende Fugen, Putzrisse, Setzungen!), die meist durch zweckmäßige Konstruktion hätten vermieden oder doch auf ein erträgliches Maß hätten gemindert werden können.

Bei der Beurteilung einer Verbindung müssen die verschiedenen Möglichkeiten der Zerstörung beachtet und außerdem die zu erwartenden Formänderungen auf ihre Unschädlichkeit geprüft werden. Denn im Gegensatz zu Eisenbeton- und Stahlbauten, deren Anschlüsse praktisch starr ausgebildet werden können, muß bei Holz fast stets mit kleinen Nachgiebigkeiten der Verbindungen gerechnet werden. Im Folgenden werden unter diesen Gesichtspunkten einige der wichtigsten Holzverbindungen betrachtet.

A. Herkömmliche Zimmermannsverbindungen

1. *Versatz.* Der Versatz dient zum druckfesten Anschluß schräg zusammenlaufender Hölzer (Abb. 1 und 2). Je nach dem Winkel α zwischen Schwelle R und Strebe S wird die in die Richtung der Schwelle fallende Komponente der Strebenkraft größer oder kleiner. Bei $\alpha > 60^\circ$ wird diese Komponente schon durch die Reibung

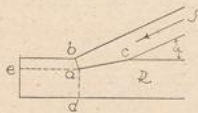


Abb. 1

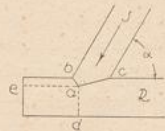


Abb. 2

aufgenommen, so daß die Stirnfläche a-b nur zur Sicherung dient. Trotz des schräg zur Faser laufenden Schnittes kann man die Pressung in der Stirnfläche unbedenklich mit 70 bis 80 kg/cm² zulassen, man riskiert keinen Bruch, höchstens kleine Eindrückungen von etwa 0,5 bis 1 mm. Je größer der Winkel α ist, desto größer ist die senkrecht zur Schwelle stehende Komponente von S und desto kleiner die Fläche a-c und der durch Reibung in der Stirnfläche a-b aufgenommene Teil dieser Komponente. Damit werden die Spannungen in der Fuge a-c maßgebend, die fast senkrecht zur Faser wirken und deshalb 20 kg/cm² nicht

überschreiten sollten. Bei dieser Pressung sind Eindrückungen von etwa 1 bis 2 mm zu erwarten, wozu noch das Schwinden der Schwelle kommen kann.

Wichtig ist daneben, daß die Komponente von S in Richtung der Schwelle in der Fläche a-e keine größere Scherspannung als 8 bis 10 kg/cm² hervorruft. Oft wird in der Absicht, kleine Pressungen in a-b zu erhalten, der Versatz zu tief gemacht. Besonders wenn die Schwelle auf Zug beansprucht ist (bei Binderuntergurten!), treten in der Fläche a-d sehr ungünstige Spannungen auf, die viel gefährlicher sein können als eine etwas höhere Pressung in der Stirnfläche.

2. *Gerades Blatt.* Das gerade Blatt (die Überblattung, Abb. 3) dient zum zug- und druckfesten Anschluß senkrecht sich kreuzender Stäbe. Die in den Stirnflächen

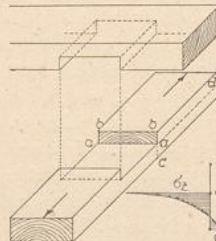


Abb. 3

übertragbaren Kräfte sind gering, da eine Pressung von 20 kg/cm² nicht überschritten werden sollte. Schon diese bedingt Eindrückungen von 1 bis 2 mm, die durch Schwinden noch vergrößert werden. Je tiefer man die Hölzer einschneidet, desto mehr wird der Querschnitt a-c verschwächt, was bei Zugstäben bedenklich sein kann. Denn es wird nicht allein die Spannung in a-e größer sondern auch ihre Verteilung immer ungünstiger, wie in Abb. 3 schematisch angedeutet ist.

Bei großen Kräften können geringere Einschnittiefen mit Verstärkung durch Beihölzer vorteilhaft sein (vgl. Abb. 4). Stets müssen bei Überblattungen auch die Scherspannungen in den Flächen a-d sich in den zulässigen Grenzen bewegen.

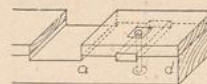


Abb. 4

3. *Der Zapfen.* Der Zapfen dient meist nur zur Sicherung der gegenseitigen Lage zweier Hölzer. Vereinzelt, z. B. bei Wechsellagen in Gebälken, haben Zapfen Kräfte senkrecht zu ihrer Richtung aufzunehmen. Doch sind die anschließbaren Kräfte gering. Bei großer Länge des Zapfens ist dieser auf Biegung beansprucht, außerdem

wirkt der Druck am Zapfen und in der Lochleibung senkrecht zur Faser. Zu beachten ist weiter, daß um das Zapfenloch genügend Holz stehen bleibt, damit Risse nach x-y vermieden werden. Bei ungünstigem Faserverlauf in der Nähe des Loches sind Brüche durch Herausreißen eines großen Splitters zu befürchten (wie in Abb. 5 schraffiert).

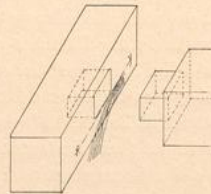


Abb. 5

B. Bolzen- und Nagelverbindungen

Solange Nägel satt sitzen, oder Bolzen gut angezogen sind, werden in den Berührungsflächen der Hölzer erhebliche Kräfte durch Reibung übertragen. Leider ist hierauf wegen des Schwindens meist kein Verlaß. Die Tragkraft beruht dann auf der Biegefestigkeit des Bolzens oder Nagels und auf der Widerstandsfähigkeit der Lochleibung. Unter zunehmender Last treten Verformungen nach Abb. 6 (S. 132) ein. In diesem Zustand gewinnen bei Bolzen die Unterlegscheiben unter Kopf und Mutter Bedeutung: die Bolzen wirken seilähnlich, es treten in den Fugen große Reibungskräfte auf, durch die die Lochleibung entlastet und die Zerstörung hinausgezögert wird. Der Durchmesser bzw. die Seitenlänge der runden oder quadratischen Unterlegscheiben sollte deshalb mindestens das $3\frac{1}{2}$ -fache, ihre Dicke $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Bolzenstärke betragen. Da sich der Leibungsdruck nicht gleichmäßig über die Länge des Bolzenschafts verteilt, gibt eine Berechnung der Bolzen und Nägel auf Biegung nach den bisher üblichen Formeln meist viel zu ungünstige Werte.

Das Normenblatt DIN 1052* verlangt deshalb keinen Nachweis der Biegespannungen in den Bolzen und Nägeln. Unter Voraussetzung genau passender Bolzenlöcher und einer Kraftwirkung parallel zur Faser und

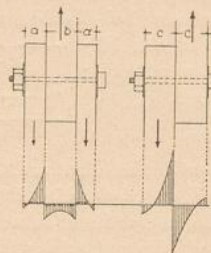


Abb. 7

Durch Erlaß des preußischen Finanzministers vom 10. Juli 1933 mit Wirkung ab 1. Sept. 1933 für Preußen in Kraft gesetzt.

mit den Bezeichnungen der Abb. 7 läßt DIN 1052 für einen Bolzen von d cm Stärke folgende Lasten zu:

bei zweischnittigen Anschlüssen
im Mittelholz $P = 30 \text{ b d}$, aber höchstens rd 360 d kg
im Seitenholz $P = 50 \text{ a d}$, aber höchstens rd 200 d kg
bei einschnittigen Anschlüssen

$P = 40 \text{ c d}$, aber höchstens rd 200 d kg

Bei Eisenlaschen dürfen diese Zahlen um $\frac{1}{4}$ erhöht werden.

Auf Grund von Versuchen von Dr. Ing. Stoy sind in DIN 1052 zum erstenmal zulässige Spannungen für Nagelverbindungen, die auf Biegung (nicht auf Herausziehen über Kopf!) beansprucht sind, aufgenommen. Die genannten Versuche haben gezeigt, daß das Verhältnis von Brettstärke zu Nagelstärke sich möglichst zwischen 6 und 8 bewegen soll. Dünnere Nägel beeinträchtigen die Tragfähigkeit durch zu kleine Biegesteifigkeit, dickere durch Spalten des Holzes. Innerhalb dieses Bereichs und für Holzdicken unter 4 cm darf der Leibungsdruck (gleichmäßig verteilt gedacht) 80 kg/cm^2 , sonst höchstens 50 kg/cm^2 für Mittelhölzer, für Seitenhölzer die Hälfte betragen. Bei Bauwerken, die der Rostgefahr besonders ausgesetzt sind, dürfen diese Spannungen nur zugelassen werden, wenn es sich um Bauten zu vorübergehenden Zwecken oder untergeordneter Bedeutung handelt.

Für Anschlüsse senkrecht zur Faser dürfen bei Bolzen und Nägeln nur die Hälfte der parallel zur Faser zugelassenen Werte angenommen werden. Bei schrägem Kraftangriff sind Zwischenwerte geradlinig einzuschalten.

C. Dübelverbindungen

Die Dübelverbindungen suchen die Ungleichmäßigkeit der Verteilung des Leibungsdrucks, wie sie bei Bolzen (Abb. 6 u. 9, S. 132) vorhanden ist, zu vermeiden und die Kräfte in der Nähe der Berührungsflächen der Hölzer in entsprechend breiteren Leibungsflächen zu übertragen. Abb. 8a zeigt, daß bei gleichmäßiger Druckverteilung



Abb. 8



Abb. 8a

lung auf den Stirnflächen ein Moment $P \cdot a$ entsteht, das den Dübel umzukippen sucht. Der Dübel ist nur dann im Gleichgewicht, wenn ein gleich großes, entgegengerichtetes Moment den Dübel stützt. Zum Beispiel können die Reibungskräfte in den Stirnflächen ein Gegenmoment $Q \cdot l$ erzeugen, oder es entsteht durch die Lei-

bungsdrücke senkrecht zur Faser ein Moment $Q'm$. Sind diese stützenden Momente zusammen kleiner als das Kippmoment, so verlagert sich die Resultante der Leibungsdrücke an den Stirnflächen gegen die Berührungsfläche der Hölzer hin, und die Druckverteilung wird immer ungleichmäßiger (Abb. 9, S. 132). Im ungünstigsten Fall (Abb. 8b) kann der Leibungsdruck das 4fache des gleichmäßig verteilt gerechneten Wertes erreichen. Am



Abb. 8b

günstigsten wären demnach Dübel von großer Länge l bei kleiner Tiefe a . Doch hat eine große Dübellänge den Nachteil, daß der gegenseitige Abstand hintereinander angeordneter Dübel groß werden muß, und mit a sollte nicht unter 15 mm gegangen werden, da sonst beim Schwinden unter Umständen ein zu großer Teil der Stirnfläche in der Schwindfuge liegt. In allen Fällen ergibt sich aus dem Auftreten der Kräfte Q und Q' , daß Dübelverbindungen durch eine ausreichende Anzahl von Bolzen zusammengehalten werden müssen.

DIN 1052 läßt für Dübel, bei denen das Verhältnis $l:a$ mindestens $= 5$ ist, parallel zur Faser einen Leibungsdruck von 80 kg/cm^2 zu. Wird bei Ringdübeln sowohl die Stirnfläche gegen den Holzkern wie gegen das Vorholz in Rechnung gestellt, so darf in diesem Fall mit 50 kg/cm^2 gerechnet werden. Dübel, bei denen $l:a$ kleiner als 5 ist, dürfen nur mit dem halben Leibungsdruck belastet werden, wenn nicht unter Berücksichtigung des Kippmoments die Spannungen parallel und senkrecht zur Faser an den ungünstigsten Stellen unter 80 bzw. 30 kg/cm^2 bleiben.

Der moderne Holzbau kennt eine Menge verschiedener Dübelarten (Beispiele s. Abb. 10). Neben die alten rechteckigen Hartholzdübel sind vielerlei kreisrunde, ringförmige und sonstige Dübelformen getreten. Oft ist die rechnerische Ermittlung der zulässigen Lasten eines Dübels fragwürdig, weshalb in solchen Fällen Versuche anerkannter Prüfanstalten vorgelegt werden müssen,

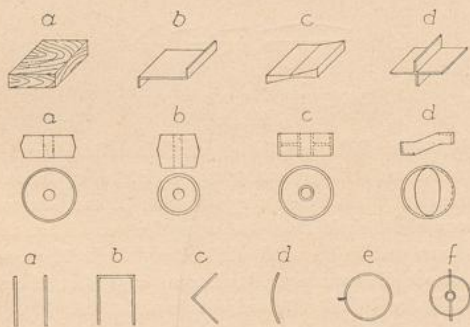


Abb. 10

die die Wirkungsweise der Verbindung einwandfrei klären. An Hand der Versuchsergebnisse wird die Gebrauchslast aus der mittleren Versuchsbruchlast mit 3facher Sicherheit errechnet; dabei dürfen sich die verbundenen Teile unter der Gebrauchslast höchstens um 1,5 mm gegen einander verschieben.

Zu beachten ist, daß Dübelverbindungen außer diesen Anforderungen noch eine Reihe praktischer Bedingungen erfüllen müssen. So darf ihre Wirkungsweise durch Schwinden des Holzes nicht nennenswert beeinträchtigt werden, keinesfalls dürfen sie ganz oder teilweise aus ihren Aussparungen rutschen können. Ihr Einbau muß ohne Umständlichkeit genau passend erfolgen können, da bei normaler Werkstattarbeit nicht mit derselben Sorgfalt wie bei einzelnen Versuchskörpern gerechnet werden kann. Vorteilhaft sind in dieser Hinsicht runde Dübelformen, die sich mit Maschinen bequem und genau passend einarbeiten lassen. Vorteilhaft sind weiter mit Anlauf versehene Dübelformen; sie ermöglichen auch bei genauester Übereinstimmung zwischen Dübel und Dübelloch einen Einbau ohne Gewaltanwendung. Oft liegt zwischen Verzimmerung und endgültigem Zusammenbau ein Zeitraum von einigen Wochen, dann sind die ursprünglich kreisrunden Dübellöcher durch das Schwinden leicht elliptisch geworden, und zylindrische Runddübel lassen sich dann nur noch einbauen, wenn man entweder gewaltsame Beschädigungen der Lochleibung oder aber von Anfang an entsprechend vergrößerte Dübellöcher und damit ein gewisses Spiel der Verbindung in Kauf nimmt. Korrosionsbeständigkeit und Eignung zu mehrmaligem Auf- und Abbau dürfen in vielen Fällen nicht außer acht gelassen werden. Daß Wirtschaftlichkeit im Baustoffverbrauch und bezüglich der Abbund- und Aufbauarbeit entscheidend sind, versteht sich von selbst.

D. Leimverbindungen

Durch Vermeidung jeglicher Verschwächungen und Verschiebungen bis unmittelbar vor dem Bruch stellen Leimverbindungen eine in mancher Hinsicht ideale Lösung dar. Wird gleichartiges und gleich trockenes Holz mit parallelen Fasern sachgemäß verleimt, so entsteht eine Verbindung, deren Festigkeit in jeder Hinsicht derjenigen des Holzes selbst entspricht. Auch gegenüber Feuchtigkeit läßt sich bei Verwendung geeigneter Leime (Kasein-, Yavan-, Kauritleim u. ä.) ein hohes Maß von Beständigkeit erzielen. Wesentlich unsicherer werden die Ergebnisse, wenn Hölzer mit sich kreuzender Faserichtung oder wenn Stirnflächen gegen Längsfaser verleimt werden. Insbesondere bei starken Holzquerschnitten und häufigem Wechsel der Feuchtigkeit werden solche Leimfugen nicht auf die Dauer halten.