

Anforderungen an Holzbauleime am Beispiel einiger Probleme aus dem Holzleimbau

Allgemeines

Am Beispiel der eingeleimten Gewindestangen und der bei Brettschicht-holzträgern auftretenden Keilzinkenverbindungen wurde gezeigt, daß es möglich ist, verleimte Holzbauteile zu optimieren, wenn die mechanischen Eigenschaften des Leimes - insbesondere dessen Schubsteifigkeit - den auftretenden Beanspruchungen angepaßt und der Zielsetzung entsprechend eingesetzt werden.

Spannungsverteilung in der Leimung

Bei den verleimten Holzbauteilen erfolgt die Kraftübertragung i.d.R. über Schubspannungen in der Leimfuge. Am Beispiel des Laschenstosses wurden die verschiedenen Einflüsse auf die Spannungsverteilung in einer Leimfuge erläutert. (Abb. 1)

Die Schubspannungsverteilung in der Leimfuge ist abhängig

- a) von der Dehnsteifigkeit der zu verbindenden Stäbe:
 - nur wenn beide Stäbe unendlich steif sind, treten in den Endbereichen keine Spannungsspitzen auf.
 - Ist die Dehnsteifigkeit der zu verbindenden Stäbe unterschiedlich groß, so sind auch die Spannungsspitzen unterschiedlich stark ausgeprägt.
- b) Von der Schubsteifigkeit der Leimfuge:
 - bei einer "weichen" Leimfuge sind die Schubspannungen in der Leimfuge gleichmäßiger verteilt als bei einer "steifen" Leimfuge, wo hohe Spannungsspitzen auftreten.

c) Von der Leimfugendicke:

- dieser Einfluß ist vergleichbar mit dem Einfluß der Schubsteifigkeit der Leimfuge, je dicker die Leimfuge ist, umso geringer ist i.d.R. deren Schubsteifigkeit.

d) Von der Länge der Leimfuge:

- je kürzer die Leimfuge, umso gleichmäßiger die Spannungsverteilung.
- Wird die Leimfuge länger, so beteiligt sich der mittlere Teil der Leimfuge immer weniger an der Kraftübertragung.

Folgerungen für die Praxis

Eingeleimte Gewindestangen

Eingeleimte Gewindestangen werden z.B. als Verstärkungsmaßnahme bei gekrümmten Brettschichtholzträgern eingesetzt, um die durch Umlenkkräfte entstehenden Querkzugspannungen aufzunehmen. (Abb. 2 a) Ziel dieser Verstärkung ist es, die Querdehnungen des Holzes einzuschränken. Dies kann am wirkungsvollsten mit Hilfe einer "steifen" Verbindung zwischen eingeleimter Gewindestange und Holz erreicht werden, weil eine "weiche" Verbindung relative Verformungen zwischen eingeleimter Gewindestange und Holz zuläßt, wodurch nur ein geringerer Teil der Querkzugkräfte in die eingeleimte Gewindestange eingeleitet werden kann.

Ein weiteres Anwendungsgebiet der eingeleimten Gewindestangen ist die Einleitung von hohen Kräften - Auflagerkräfte, angehängte Lasten - in das Holz. (Abb. 2 b) Hier geht es nicht mehr darum, die Querdehnung des Holzes gering zu halten, sondern man will eine möglichst große Last übertragen. Unter der Annahme, daß ein "weicher" und ein "steifer" Leim zur Auswahl stehen, die beide in der Lage sind, die gleiche Schubspannungsspitze aufzunehmen, so ist aus Abb. 1 ersichtlich, daß mit Hilfe des "weichen" Leimes die größere Kraft übertragen werden kann (die aufnehmbare Kraft entspricht der schraffierten Fläche unter der Spannungsverteilung). In diesem Fall wäre also eine "weiche" Verbindung zwischen eingeleimter Gewindestange und Holz anzustreben.

Keilzinkenverbindungen

In einem Brettschichtholzträger treten neben den natürlichen Fehlstellen (Äste, Schrägfaserigkeit) auch noch "künstliche" Fehlstellen auf: die Keilzinkenverbindungen. Bei Versuchen zeigte sich nun, daß das Versagen eines Brettschichtholzträgers oft von einer Keilzinkenverbindung ausging. Die Keilzinkenverbindung stellt somit ein erhöhtes Bruchrisiko dar.

Im Jahre 1982 begann ein umfangreiches Forschungsvorhaben /1/ das u.a. zum Ziel hatte, das Tragverhalten eines Brettschichtholzträgers besser zu verstehen, um somit die Ursache für das o.a. erhöhte Bruchrisiko einer Keilzinkenverbindung zu finden. Die Untersuchungen zeigten, daß eine Keilzinkenverbindung eine Steifigkeit besitzt, die vergleichbar ist mit der des fehlerfreien Holzes. Ein Brettabschnitt mit einem Ast hingegen hat infolge der vorhandenen Querschnittsschwächung und der Faserabweichungen einen geringeren Elastizitätsmodul. Er ist also weicher als eine Keilzinkenverbindung. Durch das Verleimen mit den Nachbarlamellen wird dieser Brettabschnitt im Brettschichtholzträger von den steiferen Nachbarlamellen in seiner Längsdehnung behindert. Hierdurch werden die Nachbarlamellen zusätzlich belastet, während der "schwache" Brettabschnitt entlastet wird (Analogie zu zwei parallel geschalteten Federn, bei denen auf die steifere Feder auch der größere Teil der Last entfällt). Diese Entlastung von weichen Brettabschnitten infolge der Verleimung der Lamellen wird als sog. Laminierungseffekt bezeichnet. Im Bereich einer Keilzinkenverbindung ist aufgrund ihrer hohen Steifigkeit kein Laminierungseffekt vorhanden, im Gegenteil, eine Keilzinkenverbindung zieht sogar noch Kräfte an, besonders wenn in der Nachbarlamelle ein Ast vorhanden ist. Treten jetzt im hochbeanspruchten Bereich eines Brettschichtholzträgers ein Ast und eine Keilzinkenverbindung auf, die beide die gleiche Zugfestigkeit besitzen, so wird das Versagen des Brettschichtholzträgers von der Keilzinkenverbindung ausgehen, weil der Ast entlastet wird und die Keilzinkenverbindung nicht. (Abb. 3)

Das erhöhte Bruchrisiko einer Keilzinkenverbindung ist somit auf das Mißverhältnis, das zwischen ihrer hohen Steifigkeit und ihrer ver-

gleichsweise geringen Festigkeit besteht, zurückzuführen.

Ein weiteres Ziel des o.a. Forschungsvorhabens war es, die Auswirkungen von verschiedenen Möglichkeiten der Holzsortierung auf die Tragfähigkeit von Brettschichtholzträgern zu untersuchen. Als effektivste Holzsortierung erweist sich eine kombinierte visuelle/maschinelle Holzsortierung bei der neben der Ästigkeit noch ein weiterer Sortierparameter, z.B. die Rohdichte oder der Elastizitätsmodul der Bretter berücksichtigt wird. Mit Hilfe einer solchen Holzsortierung kann die Festigkeit der Bretter mit einer gewissen Zuverlässigkeit vorhergesagt werden. Eine Einteilung der Bretter in sog. Festigkeitsklassen ist somit möglich.

Die Festigkeit einer Keilzinkenverbindung jedoch ist von vielen produktionstechnischen Faktoren abhängig, die zahlenmäßig kaum erfassbar sind, so daß die Keilzinkenfestigkeit nicht in dem Maße steuerbar ist wie die Holzfestigkeit. Diese Unsicherheit bei der Vorhersage der Keilzinkenfestigkeit und der fehlende Laminierungseffekt können jetzt bewirken, daß die Vorteile einer optimalen Holzsortierung nicht ausgenutzt werden können.

Mit Hilfe des in /1/ dargestellten Rechenmodells wurde die Tragfähigkeit von simulierten Brettschichtholzträgern berechnet, bei denen an die beiden äußeren Lamellen der Zugzone bestimmte Mindestanforderungen an die Ästigkeit (KAR = Knot Area Ratio, auf den Brettquerschnitt bezogene Astfläche), Rohdichte und/oder Elastizitätsmodul gestellt wurden /2/. Bei der Auswertung der Rechenergebnisse wurde unterschieden, ob das Versagen auf einen Holzfehler oder eine Keilzinkenverbindung zurückzuführen war. In Abb. 4 sind für drei verschiedene Trägertypen die Ergebnisse dieser Simulationsrechnungen dargestellt:

Reihe I

Ein Großteil der Träger geht aufgrund eines Keilzinkenversagens zu Bruch. Die mittlere Festigkeit der Träger mit Keilzinkenversagen ist geringer als die der Träger mit Holzversagen.

Reihe II

Zwischen den Trägern mit Holz- bzw. Keilzinkenversagen ist ein deutlicher Unterschied in der Tragfähigkeit zu erkennen. Die hohen Holzfestigkeiten können bei dieser Serie wegen der geringen Keilzinkenfestigkeiten nicht ausgenutzt werden.

Reihe III

Bei Reihe III wurde im Vergleich zu den beiden ersten Reihen mit 20 % höheren Keilzinkenfestigkeiten gerechnet, was dazu führt, daß sich die Tragfähigkeiten der Träger mit Holz- bzw. Keilzinkenversagen annähern. Die hohe Holzfestigkeit kann somit besser ausgenutzt werden.

Eine Möglichkeit, die Tragfähigkeit der Träger mit Keilzinkenversagen zu erhöhen wäre z.B. die Verwendung eines "weicheren" Leimes bei der Herstellung der Keilzinkenverbindungen; infolge ihrer geringeren Steifigkeit zieht eine Keilzinkenverbindung dann weniger Kräfte an, so daß auch hier ein gewisser Laminierungseffekt zum Tragen kommt. Weiterhin bewirkt ein weicher Leim einen Abbau der Spannungsspitzen (vgl. Abb. 1) im Zinkengrund, so daß auch höhere Keilzinkenfestigkeiten denkbar sind.

Zusammenfassung

Am Beispiel der eingeleimten Gewindestangen und der Keilzinkenverbindungen wurde gezeigt, daß es zur Optimierung von verleimten Holzbau-teilen durchaus sinnvoll sein kann, auch mal einen "weichen" Leim einzusetzen.

Literatur

- /1/ Ehlbeck, J., Colling F., Görlacher, R.,
 "Einfluß keilgezinkter Lamellen auf die Biegefestigkeit von Brettschichtholzträgern"
 Holz, Roh- Werkstoff 43, 1985, S. 333-337, S 369-373, S. 439-442
- /2/ Ehlbeck, J., Colling, F.,
 "Biegefestigkeit von Brettschichtholz in Abhängigkeit von den Eigenschaften der Brettlamellen"
 Bauen mit Holz 89, 1987, S. 646-655

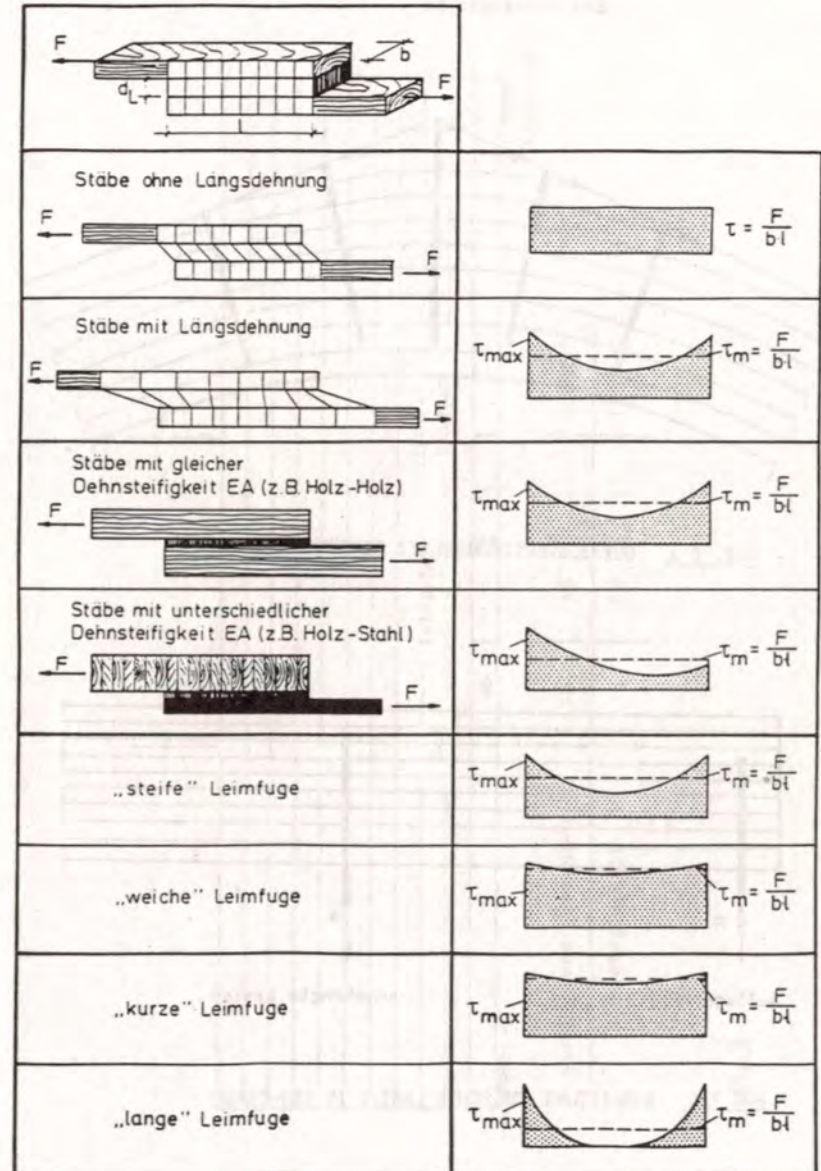


ABB. 1 QUALITATIVE SPANNUNGSVERTEILUNG IN DER LEIMFUGE

Anwendungsbeispiele für eingeleimte
Gewindestangen

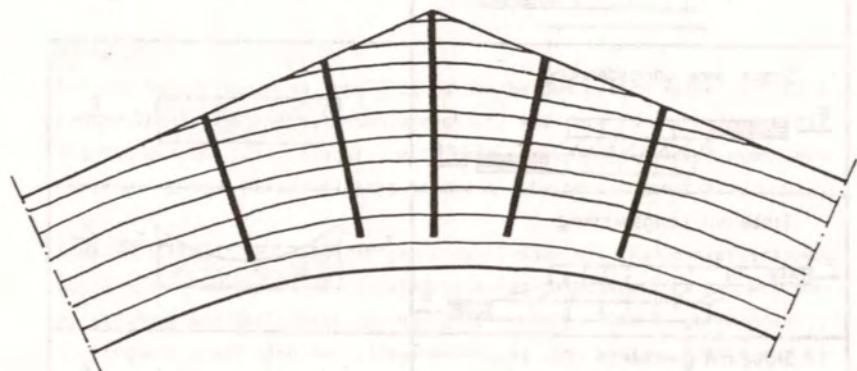


ABB. 2 a QUERZUGVERSTÄRKUNG BEI GEKRÜMMTEN TRÄGERN



ABB 2 b EINLEITUNG VON HOHEN LASTEN IN BSH-TRÄGER

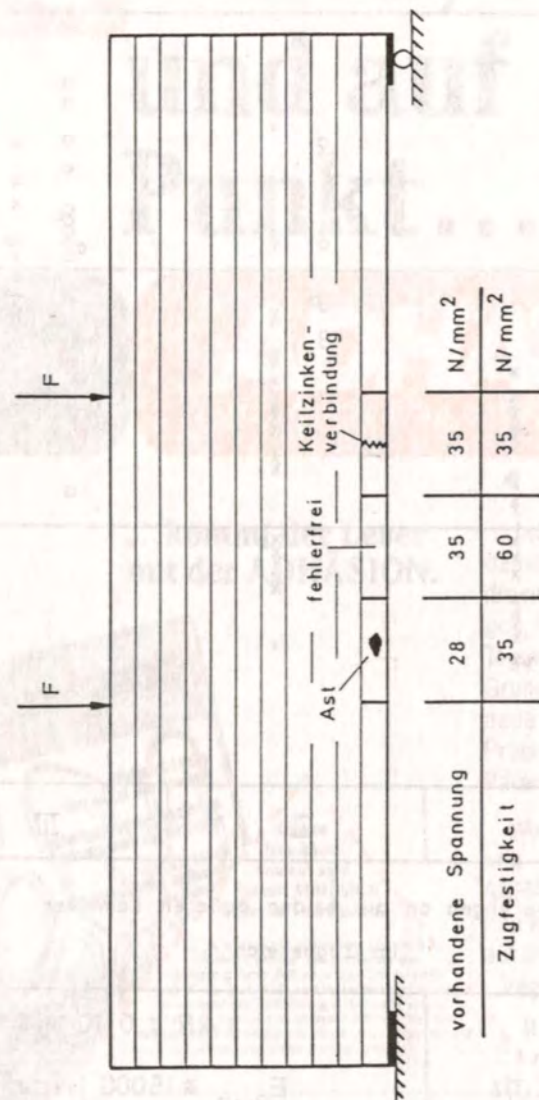


ABB. 3

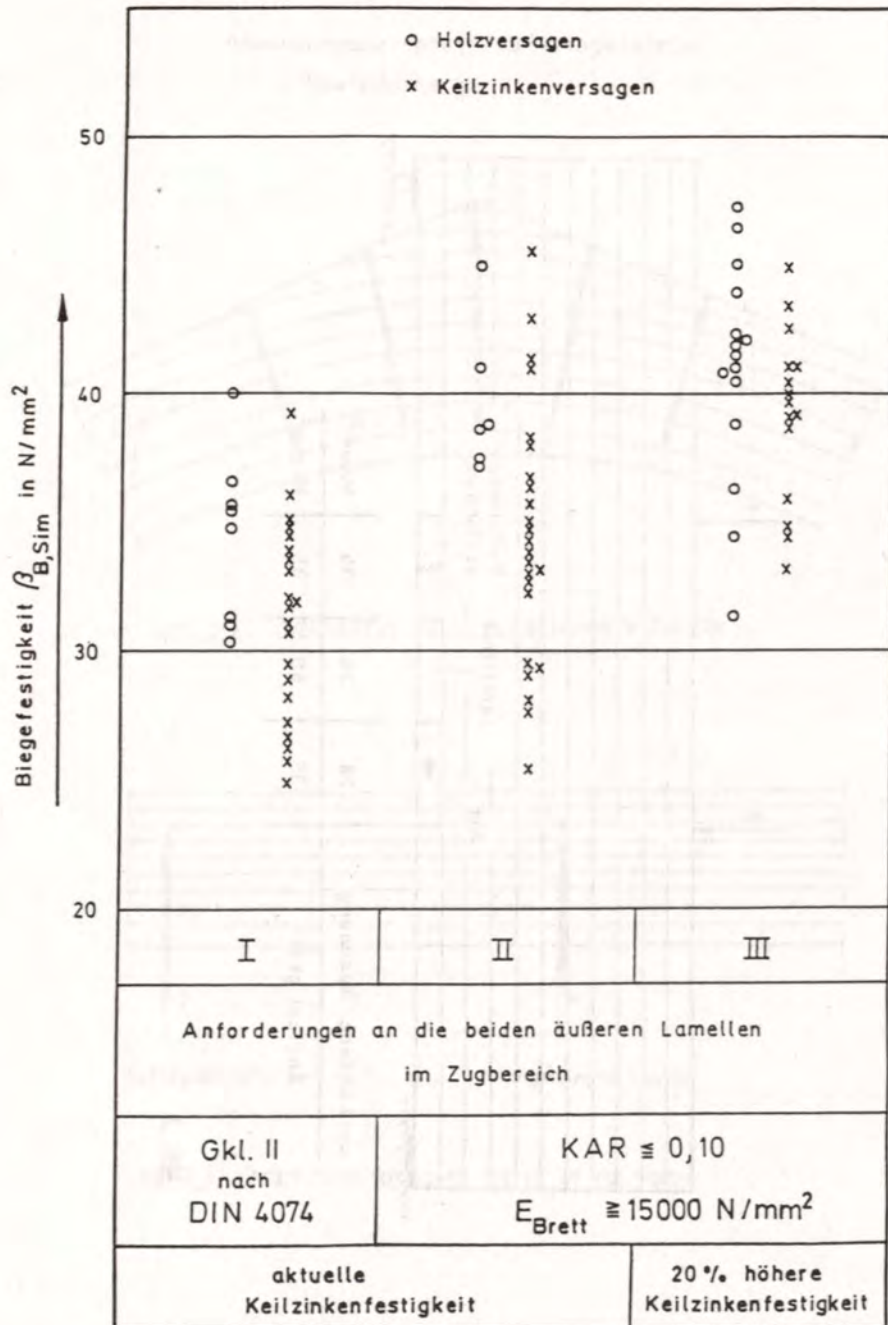


ABB. 4

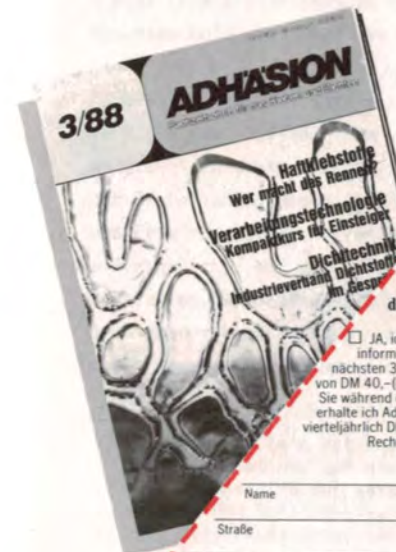
Schnell, sicher und auf den Punkt...

ADHÄSION
Fachzeitschrift für das Kleben und Dichten

...kommt der Leser mit der ADHÄSION.

Jeden Monat neu und damit aktuell erhalten Sie die neuesten Firmenmeldungen, Wirtschaftstrends, Tagungs- und Messeberichte, Grundlagen, Reportagen, neue Kleb- und Dichtstoffe, Produktinnovationen, Patente, Rezensionen.

Wenn Sie an Kleben denken – brauchen Sie auch ADHÄSION. Jeden Monat neu kann Adhäsion auch auf Ihrem Schreibtisch liegen.



Dieses Test-Abonnement wird Sie mit ADHÄSION dauerhaft verbinden.

JA, ich möchte ¼ Jahr lang gründlich informiert werden. Senden Sie mir die nächsten 3 Hefte „Adhäsion“ zum Sonderpreis von DM 40,- (incl. MwSt. und Versandkosten). Hören Sie während der Testlieferung nichts mehr von mir, erhalte ich Adhäsion im Abonnement zum Preis von vierteljährlich DM 64,35 (incl. MwSt.) plus Versandkosten. Rechnungsstellung erfolgt jährlich.

Name _____
 Straße _____
 PLZ/Ort _____
 Datum/Unterschrift _____

Mir ist bekannt, daß ich diese Bestellung innerhalb einer Woche, spätestens nach Zusendung des dritten Heftes, bei der Heinrich Vogel Fachzeitschriften GmbH, Postfach 80 20 20, 8000 München 80 widerrufen kann. Zur Wahrung der Frist genügt die rechtzeitige Absendung des Widerrufs.

ADHÄSION Leser-Service
Postfach 80 20 20
8000 München 80

ADHÄSION Leser-Service, Postfach 80 20 20, 8000 München