Stellungsnahme der Kommission Swisscode 5 - Holzbau

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **118 (2000)**

Heft 25

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-79939

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

stische Berechnung zeigt ebenfalls, dass die heikle Zugzone - und nicht die duktile Druckzone - die Schwachstelle des Querschnitts bleibt.

Zusammenfassung

Die Bemessung von Holzbalken auf Tragsicherheit mit dem Konzept der Biegefestigkeit hat sich für den Rechteckquerschnitt bestens bewährt. Für komplexere Querschnitte aber ist die Methode zu unpräzise: insbesondere wird nicht zwischen Biegezug- und Biegedruckzone unterschieden. Der Ingenieur kann die günstigen plastischen Eigenschaften von Holz auf der Biegedruckseite nicht ausnutzen. Erst mit einer plastischen Berechnung wird dies möglich sein. Die plastische Berechnungsmethode ist zweifellos anspruchsvoller als die bisherige Bemessung auf der Basis der Elastizitätstheorie, sie gewährt dem Ingenieur aber wesentlich mehr Spielraum, was der Produktentwicklung im Ingenieurholzbau mehr Impulse geben könnte. In diesem Sinne ist die plastische Bemessung im Holzbau eine wichtige Voraussetzung für eine Zukunft mit noch tragfähigeren Holzquerschnitten.

Adresse des Verfassers:
Maurice Brunner, Dr. sc. techn., Schweizerische Hochschule für Holzwirtschaft, Solothurnstrasse 102, 2504 Biel

Literatur

[1]
Steiger R.: Mechanische Eigenschaften von Schweizer Fichten-Bauholz bei Biege-, Zug-, Druck- und kombinierter M/N-Beanspruchung. IBK-Bericht Nr. 221, Birkhäuser Verlag Basel, 1996

[2]
Steurer A.: Holzkonstruktionen mit Stahl- und Kunststoffverstärkung. 31. SAH-Tagung, Lignum, Zürich, 1999

[3]
Kollmann/Côté: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Abschnitt 7.4. Springer Verlag, Berlin 1984

[4]
Eurocodes: EC 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten; EN 338: Bauholz für tragende Zwecke - Festigkeitsklassen

Stellungnahme der Kommission Swisscode 5 – Holzbau

Im obigen Artikel werden Vorschläge für einen Tragfähigkeitsnachweis von Holzbalken basierend auf den plastischen Bemessungsregeln veröffentlicht. Der Verfasser geht in seinem Artikel davon aus, dass bei der Festlegung der charakteristischen Biegefestigkeiten f_m von Bauholz in den einschlägigen Normen SIA 164 und ENV 1995-1-1 (Eurocode 5) eine Plastifizierung des Querschnitts wohl berücksichtigt, aber nicht offen gelegt werde. Der Verfasser unterlässt es leider, seine theoretischen Überlegungen anhand der vielen veröffentlichten, experimentellen Untersuchungen an Bauholz zu überprüfen.

Bevor auf das Kernproblem «plastisches Tragverhalten von Holzbalken» eingegangen wird, sind folgende Richtigstellungen zum oben stehenden Beitrag erforderlich:

▪

Es gibt Eurocodes und Euronormen. Die Festigkeitsklassen von Bauholz für tragende Zwecke werden in der Euronorm EN 338 behandelt. Die dort aufgeführten Festigkeitswerte sind charakteristische Kennwerte, die dem unteren 5%-Fraktilwert der jeweiligen Grundgesamtheit entsprechen.

▪

Die in EN 338 festgelegten Biegefestigkeiten gehen auf umfangreiche Bruchversuche an Bauholz zurück. Die Biegefestigkeit wird aus dem Bruchmoment, geteilt durch das Widerstandsmoment, ermittelt. Die Berechnung erfolgt somit unter der Annahme einer linearen Spannungsverteilung (eigentlich einer linearen Dehnungsverteilung und einer Gleichsetzung des E-Moduls für Zug und Druck). Die in EN 338 angegebenen charakteristischen Werte enthalten - entgegen der Aussage des Autors - keinen Sicherheitsfaktor.

▪

Gemäss Bild 5 (S. 568) und Text geht Thunell von einem identischen E-Modul für Zug und Druck aus. Dies gilt generell für «fehlerfreie» Holzproben, ist aber auch weitgehend korrekt für Bauholz (Unterschiede unter 5%). Die Feststellung des Autors «wobei die Elastizitätsmoduln für Zug- und Druckbeanspruchung nicht immer gleich gross sind» ist viel- bzw. nichtssagend. Gemäss Bild 3 (S. 568, gültig für fehlerfreies Holz) wäre aber gemäss Autor ein um rund 50% höherer Zug-E-Modul Tatsache.

▪

In Bild 1 (S. 567) wird der vom Autor postulierte «wahre» Spannungsverlauf eines rechteckigen Holzbalkens infolge Biegung dargestellt. Da selbst bei plastischem Tragverhalten die Gleichgewichtsgesetze weiterhin Gültigkeit haben, müsste die resultierende Druckkraft gleich gross wie die Zugkraft sein. Für den vorliegenden Fall müssten somit die Flächen bezüglich Druck und Zug gleich gross sein. Dies ist eigenartiger Weise nicht der Fall! (Gilt übrigens auch für Bild 5.)

Bezüglich der Kernfrage «Verhalten sich Holzbalken im Biegebruchversuch elastisch oder plastisch?» geht der Autor bei seinen Überlegungen von folgender Feststellung aus: «Holzforscher haben zwischen den beiden Weltkriegen raffinierte Berechnungsmethoden entwickelt, um die Tatsache zu erklären, dass die Biegefestigkeit von fehlerfreien Proben wesentlich höher ist als die Druckfestigkeit». Er findet es kurios, dass diese Erkenntnisse bisher nicht zu plastischen Bemessungsregeln in den Holzbaunormen geführt haben.

In der Baupraxis wird jedoch mit «Bauholz» und nicht mit «kleinen, fehlerfreien Holzproben» gearbeitet. Die Holzbaunormen müssen deshalb die Eigenschaften des Baustoffs «Bauholz» berücksichtigen - und nicht diejenigen eines fiktiven Baustoffs!

Die charakteristischen Biegefestigkeiten von so genannt «normalem Bauholz» (entsprechend FK II gemäss Norm SIA 164 bzw. C 27 gemäss EN 338) liegen im Bereich von 24 bis 27 N/mm^2. Bei einem so tiefen Beanspruchungsniveau (im Vergleich zu der Festigkeit von fehlerfreiem Holz) verhält sich die Druckseite noch vollkommen elastisch. Eine Stauchung tritt - in Übereinstimmung mit den Feststellungen des Autors - erst ab rund 3‰ auf. Die charakteristischen Biegefestigkeiten entsprechen jedoch einer Bruchdehnung von lediglich 2‰.

Weil sich Bauholz - auf dem für die Bemessung entscheidenden charakteristischen Niveau der 5%-Fraktilen - elastisch verhält, ist die Feststellung des Autors, dass

«die Plastifizierung des Querschnitts indirekt durch die Einführung einer nominellen fiktiven Biegefestigkeit berücksichtigt werde» unzutreffend. Eine Stauchung der Druckseite konnte nur bei sehr hochwertigem Bauholz beobachtet werden (ungefähr ab dem 95%-Fraktilwert, abhängig von der betrachteten Festigkeitsklasse). Dieser Bereich ist aber für die Festlegung der Bemessungswerte irrelevant.

Folgerung

Bei Bauholz ist die Biegezugfestigkeit generell geringer als die Biegedruckfestigkeit. Es findet deshalb keine plastische Stauchung der Biegedruckseite statt: der Spannungsverlauf ist elastisch-linear.

Die weiteren Aussagen bezüglich «zusammengesetzter Querschnitte» und die vorgestellten «einfachen Ideen» sind eigentlich korrekt, bedürfen jedoch einer Ergänzung: Diese Ideen haben in der Praxis seit längerer Zeit Eingang gefunden und wurden auch schon verschiedentlich in der Normung berücksichtigt, z.B. der unsymmetrische Querschnittsaufbau für kombiniertes Brettschichtholz in der Norm DIN 1052-1/A1. Bei der Massenproduktion von Brettschichtholz wird jedoch gegenwärtig der symmetrische Querschnittsaufbau bevorzugt.

Die Hauptsachbearbeiter der Norm Swisscode 5 - Holzbau: *Ernst Gehri*, Prof. em. ETH, *Adrian Mischler*, Dr. sc. techn., ETH Zürich, Institut für Baustatik und Konstruktion, *René Steiger*, Dr. sc. techn., Empa Dübendorf, Abteilung Holz

Duplik des Autors

Ich stelle fest, dass die Kernaussagen des Artikels nirgends in Frage gestellt werden:

▪

Die Schwachstelle eines Holzbalkens ist die spröde Biegezugseite. Für Balken mit zusammengesetztem Querschnitt könnte es ingenieurtechnisch und wirtschaftlich Sinn machen, die heikle Biegezugseite ungleich mehr als die duktile Biegedruckseite zu verstärken.

▪

In der duktilen Biegedruckzone eines Holzbalkens ist eine grosse Tragreserve vorhanden, die mit der von Euronorm/Eurocode/Swisscode vorgeschriebenen Berechnung gemäss der Elastizitätstheorie nie ausgenutzt werden kann.

▪

Das Beispiel zeigt klar auf, dass für Balken mit zusammengesetztem Querschnitt die Bemessung mit der undifferenzierten «Biegefestigkeit» zu Fehlurteilen hinsichtlich Versagensart und theoretischem Bruchmoment führen könnte. Bei den Berechnungen sind natürlich die inneren Zug- und Druckkräfte immer im Gleichgewicht.

Im Berechnungsmodell schlage ich vor, den sogenannten «Volumeneinfluss» zu vernachlässigen und vorsichtshalber die Stauchungsgrenze der Biegedruckzone gleich gross wie die Druckfestigkeit anzusetzen. Diese Annahme entspricht auch einem Grundsatz der Duktilitätstheorie, wonach die Fliessgrenze sowohl bei Normalkraft- wie bei Biegebeanspruchung gleich gross ist - siehe z.B. die einschlägigen SIA-Normen für Stahlbau und für Betonbau. Den Ausführungen der Normkommission zufolge wäre hierfür ein grösserer Wert mindestens auf der Höhe der Biegefestigkeit anzunehmen. Damit erhält insbesondere die zweite Kernaussage Rückendeckung.

Ich bleibe bei meiner Botschaft: die plastische Bemessung ist eine unerlässliche Vorbedingung für die Entwicklung einer neuen Generation von hochfesten Holzbalken mit zusammengesetztem Querschnitt.

Maurice Brunner, Biel