

## Zukunft Bau

### STRUKTUR / GLIEDERUNG KURZBERICHT

---

#### Titel

Langfassung Titel: „Optimierung und Systematisierung von Anschlüssen im Holzbau zur Verbreitung der ressourcenschonenden Bauweise“

#### Anlass/ Ausgangslage

kurze Beschreibung des Problems und des Lösungsansatzes  
max. 450 Zeichen (mit Leerzeichen)

Komplexe, momententragfähige Anschlüsse im Holzbau werden derzeit meist als Unikate entworfen und bemessen. Ziel dieses Forschungsvorhabens war es, die Bemessung komplexer Anschlussgeometrien im Holzbau zu vereinfachen und zu systematisieren und somit die Akzeptanz des Werkstoffs Holz in anspruchsvollen Ingenieurtragwerken zu erhöhen. Dies kann durch die Anwendung der Komponentenmethode erreicht werden, durch die mit Hilfe eines standardisierten Vorgehens, dem Zerlegen des Knotens in durch Federn charakterisierte Komponenten, die Bemessung unterschiedlicher Anschlüsse in Bezug auf die Tragfähigkeit und Steifigkeit ermöglicht wird. Durch dieses Projekt soll die in anderen Bauweisen schon übliche Komponentenmethode im Holzbau ermöglicht und der Zugang der Praxis zu diesem Verfahren durch eine Zusammenstellung typischer Komponenten und eines Bemessungsbeispiels erleichtert werden.

#### Gegenstand des Forschungsvorhabens

Beschreibung der Arbeitsschritte und des Lösungswegs  
max. 4.300 Zeichen (mit Leerzeichen)

Mit Hilfe der innovativen Komponentenmethode können durch die genaue Vorhersage des Tragverhaltens Systemreserven durch Umverteilung von Schnittgrößen aktiviert werden und Anschlüsse optimiert werden. Ganz im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung innerhalb des Bauwesens, können so zum einen direkt Material und Energie eingespart und zum anderen die Marktanteile des nachwachsenden Werkstoffes Holz durch die Erhöhung der Attraktivität des Holzbaus auch bei anspruchsvollen Ingenieurbauwerken gesteigert werden. Durch das geänderte Bewusstsein und den steigenden Willen nachhaltige Bauweisen vermehrt einzusetzen, bietet sich hier dem Holzbau auf nationaler und internationaler Ebene durch innovative Bauweisen und Bemessungsmethoden die Chance seine Anwendungsgebiete auszudehnen. Weiterhin wird durch die Nutzung der Komponentenmethode eine wünschenswerte Standardisierung von Anschlüssen im Holzbau ermöglicht und gefördert. Die Wirtschaftlichkeit von Holztragwerken wird dadurch deutlich erhöht und somit auch die Konkurrenzfähigkeit zu anderen Bauweisen, die die Vorteile einer standardisierten Bemessung schon seit Langem nutzen (siehe typisierte Anschlüsse im Stahlbau), weiter gesteigert. Hier sind vor allem Tragwerke mit großen Spannweiten und einer häufigen Wiederholung gleicher Tragelemente und Anschlüsse, wie zum Beispiel Hallen oder Bürogebäude mit flexiblem Grundriss, aber auch Hochhäuser, als potentielles Einsatzgebiet des Holzbaus zu sehen.

Bei der Komponentenmethode erfolgt die Bemessung eines Gesamtknotens über die Zerlegung des komplexen Anschlusses in kleinere, rechnerisch erfassbare Einzelkomponenten (vgl. Bild 1). In einem ersten Schritt wurden daher bereits ausgeführte Anschlüsse und Tragwerke analysiert und für das Last-Verformungsverhalten relevante Einzelkomponenten identifiziert und katalogisiert. Diesem Ansatz wurde auch bei den experimentellen Untersuchungen an einem typischen momententragfähigen Anschluss gefolgt. Der untersuchte Anschluss eines Stützenfußpunktes wurde in kleinere Komponenten zerlegt, die dann wiederum durch experimentelle, analytische und numerische Verfahren näher untersucht wurden (siehe Bild 2). Durch die so erfolgten Detailuntersuchungen konnte jeweils ein analytisches Modell zur Tragfähigkeit und Steifigkeit der Komponenten entwickelt und mit den Versuchswerten validiert werden. Insgesamt wurden 72 Anschlüsse experimentell untersucht, um den Einfluss unterschiedlicher Parameter auf die jeweiligen Komponenteneigenschaften ermitteln zu können. In Bild 3 sind beispielhaft die Last-Verformungskurven für die Zugversuche parallel zur Faserrichtung gegeben. Der Einfluss der Verstärkung und der Art des Verbindungsmittels sind darin deutlich zu erkennen.

Die Kalibrierung und Validierung der Federmodelle des Gesamtknotens erfolgte anhand von zehn großmaßstäblichen Bauteilversuchen (siehe Bild 4). Die einzelnen Komponenten des Federmodells des Gesamtknotens können dabei jeweils durch die experimentellen Ergebnisse der Komponentenversuche oder durch normative Regelungen ermittelt werden. Die so entwickelten Federmodelle wurden im Rahmen einer Parameterstudie ausführlich auf den Einfluss der jeweiligen Komponenteneigenschaften untersucht. In Bild 5 ist beispielhaft ein Versuch der Serie T1.X (Druckkontakt + Stabdübelgruppe) und das zugehörige Federmodell gegeben.

Die Ergebnisse der durchgeführten experimentellen Untersuchungen an den einzelnen Komponenten zeigten teils erhebliche Abweichungen in Bezug auf die nach DIN EN 1995-1-1 gegebene Steifigkeit  $K_{ser}$ . Die Tragfähigkeit dagegen wurde für die meisten Versuche durch die Norm relativ gut vorhergesagt. Da die Genauigkeit des entwickelten Komponentenmodells von der Genauigkeit

der verwendeten Komponenteneigenschaften abhängt, wird eine weitere, vertiefte Untersuchung des Last-Verformungsverhaltens von Verbindungen im Holzbau sowie eine Anpassung und Erweiterung der zugehörigen normativen Regelungen empfohlen. Zuletzt wurden die Forschungsergebnisse in Form eines Bemessungsbeispiels für die Praxis aufbereitet. Hierbei wurde der untersuchte Stützenfußpunkt exemplarisch nach der aktuellen Version der DIN EN 1995-1-1 und mit Hilfe der Komponentenmethode bemessen.

## Fazit

---

Beschreibung der geplanten Ziele und der erreichten Ergebnisse

max. 700 Zeichen (mit Leerzeichen)

Durch die Analyse bestehender Konstruktionen hat sich gezeigt, dass der Großteil der Verbindungen im Holzbau als nachgiebig einzustufen ist. Mit Hilfe der Komponentenmethode kann deren Momenten-Rotations-Charakteristik bestimmt und für eine wirtschaftliche Ermittlung der Schnittgrößen und Bemessung des Gesamttragwerks verwendet werden. Eine Optimierung der Knotenpunkte kann dabei über eine gezielte Dimensionierung der einzelnen Knotenkomponenten sowie das Einbringen von Verstärkungselementen erreicht werden. Die experimentellen Untersuchungen zeigten dabei die Stärken und Schwächen der derzeitigen normativen Regelungen zur Ermittlung des Last-Verformungsverhaltens auf. So ist die Ermittlung der Traglast bereits mit den heutigen Vorgaben möglich, im Bereich der Anschlusssteifigkeiten besteht dagegen weiterer Forschungsbedarf um eine Verbesserung der Vorhersagequalität zu erreichen. Auf Grundlage der Versuche wird weiterhin eine Verstärkung komplexer Anschlussgeometrien mit Vollgewindeschrauben als Querszugverstärkung empfohlen, um ein vorzeitiges, sprödes Versagen der Verbindung zu vermeiden und Traglastreserven nutzen zu können. Die Anwendbarkeit der Komponentenmethode im Holzbau konnte somit bestätigt werden, allerdings sollten die Last-Verformungseigenschaften der maßgebenden Komponenten so genau wie möglich bekannt sein, eine Vorhersage und gezielte Vermeidung spröder Versagensmechanismen ist so möglich.

## Eckdaten

---

Kurztitel: Optimierung von Anschlüssen im Holzbau

Forscher / Projektleitung:  
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann  
Julius Gauß, M.Sc.

Gesamtkosten: 168.870,12 € €

Anteil Bundeszuschuss: 106.920,00 €

Projektlaufzeit: 24 Monate

## BILDER/ ABBILDUNGEN:

---

5 - 7 Druckbare Bilddaten als **eigene Datei** (\*.tif, \*.bmp, ...) mit der Auflösung von mind. 300 dpi in der Abbildungsgröße (z.B. Breite 10 - 20cm). Bilder frei von Rechten Dritter.

Bildnachweis jeweils:

Bild 1: Bild 1.jpg/.emf  
Herleitung der einzelnen Anschlusskomponenten

Bild 2: Bild 2.jpg/.emf  
Versuchsaufbau Zugversuche parallel zur Faserrichtung

Bild 3: Bild 3.jpg/.emf  
Versuchsaufbau Bauteilversuche, 4-Punkt-Biegeversuch

Bild 4: Bild 4.jpg/.emf  
Last-Verformungskurven Komponentenversuche Zug parallel zur Faser für unterschiedlich verstärkte einzelne Verbindungsmittel (links) und Verbindungsmittelgruppen (rechts)

Bild 5: Bild 5.jpg/.emf  
Federmodell für einen der untersuchten Bauteilversuche