

David REITERER

# **GEKRÜMMTE MASSIVHOLZELEMENTE**

**DIPLOMARBEIT**

eingereicht an der

LEOPOLD-FRANZENS-UNIVERSITÄT INNSBRUCK  
FAKULTÄT FÜR BAUINGENIEURWISSENSCHAFTEN

zur Erlangung des akademischen Grades

DIPLOM-INGENIEUR

Beurteiler

Univ.-Prof. DDipl.-Ing. Michael Flach  
Institut für Konstruktion und Materialwissenschaften  
Arbeitsbereich für Holzbau

Innsbruck, am 24.09.2009

## **Kurzfassung**

Bis vor einigen Jahren war es üblich, Holzhäuser in der konventionellen Leichtbauweise zu errichten. Dem gegenüber tritt seit Beginn der Neunziger die Holzmassivbauweise mit dem neuen Produkt Brettsperrholz. Es gibt viele Vorteile, die dieser Werkstoff im Vergleich zur Leichtbauweise mit sich bringt, wie z.B. eine höhere Gebäudesteifigkeit, größere speicherwirksame Massen, leichte Verarbeitung, Formstabilität durch Sperrwirkung und bessere Tragfähigkeit. Das Prinzip dahinter ist einfach: Durch kreuzweises Verleimen, meist in einem Winkel von  $90^\circ$ , von Seitenholz (dieser Teil des Baumstammes findet auf Grund der geringen Breite sonst wenig Anwendung) entsteht ein Produkt erstklassiger Qualität. Mit der erhöhten Verwendung der Massivbauweise im Holzbau steigen aber auch die architektonischen Forderungen, der Formgebung keine Grenzen zu setzen. Diese Forderungen verleiteten ein Unternehmen dazu, gekrümmte Massivholzelemente herzustellen. Zusammen mit der Universität Innsbruck wird an der Entwicklung dieses Produktes gearbeitet.

Auf Grund der Anisotropie des Holzes entsteht mit Brettsperrholz ein Werkstoff mit über den Querschnitt veränderlichen Eigenschaften. Die Querlagen werden auf Rollschub belastet und im Verhältnis zu Vollholz entstehen dadurch große Schubverformungen, die das Tragverhalten negativ beeinflussen. Durch die Herstellung von gekrümmten Brettsperrholzelementen werden Eigenspannungen in den einzelnen Lagen erzeugt. Bei Biegebeanspruchung treten auf Grund der Kraftumleitung zusätzlich Querzugspannungen in Abhängigkeit vom Krümmungsradius auf.

In erster Linie sollen anhand dieser Arbeit durch Prüfungen an insgesamt 26 gekrümmten Brettsperrholzelementen mögliche Produkt- und Herstellungsmängel aufgedeckt und der Querschnitt optimiert werden. Darüber hinaus wird untersucht, inwieweit die Vorkrümmung die Festigkeit und Steifigkeit beeinflusst. Es werden Berechnungsvarianten vorgestellt, mit denen eine Bemessung und eine Verformungsberechnung von gekrümmten Schalentragwerken aus Brettsperrholz ermöglicht wird. Mit Hilfe der Messdaten wird die Anwendbarkeit der verschiedenen Methoden zur Durchbiegungsberechnung überprüft.

## **Abstract**

Until a few years ago the conventional lightweight construction was seen as one of the best way to construct buildings in timber. Since the early nineties the development of cross laminated timber elements introduced a new construction in solid timber. Compared to lightweight timber construction this new material brings many advantages with it: for example a higher stiffness of the buildings, greater thermal mass, easy handling, form stability by the blocking effect and higher strength. The principle behind this is simple: gluing crosswise, usually at an angle of 90 degrees, so called "side timber" (this part of the tree is in little usage due to the small width) creates a first-quality product. However, with the increased use of solid timber construction, the architectural aspirations also increased. Together with a manufacturing company the University of Innsbruck works on the development of this product.

Because of the anisotropy of wood, cross laminated timber is a product with varying properties over the cross section. The relatively large shear deformations, caused by rolling shear, affect the performance of the structure to an extent, which cannot be ignored. The production of curved laminated timber generates initial bending stresses in the bended lamellas. Depending on the curvature radius bending moments also cause tensile stresses perpendicular to the fibre.

The aim of this thesis is to uncover product and manufacturing defects and to optimize the cross section by testing 26 curved elements in cross laminated timber. With the test-results the effect of the initial bending stresses on strength and stiffness will be examined. By introducing simple methods to calculate stresses and deformations it should be possible to dimension curved elements of cross laminated timber. With the measured data the applicability of the methods, to calculate the deformations will be reviewed.