

Forschung am Holzbaulehrstuhl der ETH Lausanne (EPFL)

Seit nunmehr 18 Monaten hat der Lehrstuhl für Holzkonstruktionen der EPFL, der 27 Jahre lang von Prof. Natterer geführt wurde, einen neuen Leiter – Prof. Dr. Yves Weinand. Der folgende Artikel gibt eine kurze Übersicht über die aktuellen Forschungsthemen.

Formgestaltung mit Fraktal-Geometrie

„Anwendungen der Fraktal-Geometrie im Bauwesen“ ist der Titel eines interdisziplinären Forschungsprojektes, das in Zusammenarbeit mehrerer Institute aus Mathematik (GEOMIGAT-EPFL), Informatik (LIRIS-UNI-LYON I) und Bauwesen (IBOIS-IS-EPFL) bearbeitet wird. Ziel des Projektes ist es, virtuelle fraktale Modelle in physischer Form als Architektur- und Designobjekte umzusetzen und zu bauen. Die virtuellen fraktalen Modelle basieren auf iterativen Algorithmen, die am LIRIS zur Generierung virtueller Bilder entwickelt wurden.

Seit den achtziger Jahren, zeigen Architekten wachsendes Interesse an komplexen Geometrien. Bis dato ist es technisch sehr anspruchsvoll, komplexe Geometrien im Bauwesen umzusetzen. Durch bestehende CAD-Programme erstellte Freiformen basieren auf einem klassischen Geometriemodell. Sie sind meist lokal flache und glatte Gebilde. Um diese Freiformen physisch zu bauen, muss ihre Geometrie zunächst diskretisiert werden, was je nach Rasterdichte zu einem mehr oder weniger genauen Ergebnis führt. Fraktales Modellieren bietet einen neuen Lösungsansatz, um aus dieser Ungenauigkeit resultierende Probleme zu lösen. Diskretes fraktales Modellieren soll die integrierte Produktion von Architekturobjekten erleichtern, indem dasselbe Modell, welches bereits für den virtuellen Entwurf genutzt wird, sowohl zur Fertigung von Rapid Prototyping Modellen als auch zur Fertigung der endgültigen Bauteile dient. Das Projekt untersucht ein im Bauwesen gänzlich unerforschtes Gebiet. Der innovative Ansatz zielt darauf ab, Fraktal-Geometrie, Holz und integrierte Produktion zu kombinieren, um somit ein Spektrum neuer Anwendungen von Holz im Bauwesen zu ermöglichen. Dabei wird für die gestalterische Forschung, die Architektur, das Design und die Erzeugung innovativer Formen eine neue Grundlage geschaffen.



Abbildung 1: Modellstruktur basierend auf fraktalen Algorithmen.

Flächentragwerke in Brettrippenbauweise: Beschreibung geodätischer Netze auf Freiformflächen

Die Beschreibung geodätischer Netze auf Freiformflächen mittels eines eigens hierfür entwickelten Berechnungsprogramms soll helfen, den Entwurf und die Konstruktion von Flächentragwerken in Brettrippenbauweise zu optimieren.

Am IBOIS wurde in den vergangenen Jahren in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für angewandte Geometrie (EPFL/IGAT) das Berechnungsprogramm GEOS entwickelt. Mit diesem Programm ist es möglich, die Einzelbretter der Rippen von Holzrippenschalen hinsichtlich ihres Anfangsspannungszustandes infolge Krümmung zu optimieren. Dies ist genau dann gewährleistet, wenn die Rippen den geodätischen Linien auf der Fläche folgen. Das einzelne Brett wird dabei lediglich einer Biegspannung um seine schwache, in der Fläche liegenden Achse sowie einer Torsion unterzogen.

Das Programm berechnet Netze aus geodätischen Linien auf Freiformflächen und stellt alle zum vollautomatisierten Abbund der Einzelbretter erforderlichen Geometriedaten zur Verfügung. Mit dem Bau einer entsprechenden Versuchsschale (Abbildung 2) im Sommer 2005 wurde die Zuverlässigkeit des Programms hinsichtlich der zugrunde gelegten Methodik untersucht. Durch entsprechende Belastungsversuche war es möglich, das statische Berechnungsmodell auf seine Genauigkeit hin zu überprüfen.

Dem planenden Ingenieur und Architekt wird mit dem Programm GEOS ein wichtiges Werkzeug zum Entwurf und zur Realisierung von Rippenchalen aus Holz geliefert. Dies trägt zur Planungssicherheit bei und soll somit helfen, den Werkstoff Holz und insbesondere die Brettrippenbauweise vermehrt für die Realisierung von anspruchsvollen Flächentragwerken einzusetzen.



Abbildung 2: Versuchsschale in Brettrippenbauweise

Origami: Faltwerke aus Holzwerkstoffen

Ziel der Arbeit ist die Herstellung von Faltenwerken aus Holzwerkstoffplatten. Eine beliebige Anordnung der Platten im Raum soll durch geeignete Verbindungen ermöglicht werden.

Origami, die Kunst des Papierfaltens, ist die Inspirationsquelle dieser Strukturen. Die Faltung verleiht dem Papier Steifigkeit und ermöglicht die Entwicklung neuer räumlicher Gebilde. Diese im Grunde sehr einfache Technik führt zu einer erstaunlichen Formenvielfalt und Komplexität, und die gestalterischen Möglichkeiten scheinen unbegrenzt. Auch die Natur bedient sich des Prinzips des Faltens um leichte Strukturen zu bilden: die Entfaltung von Pflanzenblättern und Insektenflügeln erzeugt große, stabile Flächen mit minimalem Materialaufwand. Einfachheit, Materialhomogenität, Biegsamkeit und Formenvielfalt sowie ökonomischer Materialaufwand sind die Charaktermerkmale von Origami. Mittels einfacher Prinzipien können komplexe Geometrien erzeugt werden.

Diese Arbeit überträgt die genannten Eigenschaften auf die Konstruktion mit Holzwerkstoffen.

Großformatige Holzplatten und computergesteuerte Abbundanlagen ermöglichen den Bau von Faltenwerken mit anspruchsvollen Formen. In interdisziplinärer Zusammenarbeit von Architekten, Informatikern und Ingenieuren entwickelt die Studie neue Strukturen. Modelle zu deren geometrischer Beschreibung, konstruktive Verbindungen und geeignete Berechnungsmethoden werden zu deren Konstruktion erdnen. Die Überprüfung der Geometrie und der Festigkeit der Verbindungen der Entwürfe erfolgt Anhand von Prototypen. Ein Vergleich der Resultate ermöglicht es, die Berechnungsmodelle zu verfeinern und die Verbindungen zu optimieren. Die Umsetzbarkeit komplexer Faltenwerke aus Holzwerkstoffplatten erhöht die Attraktivität des Werkstoffes Holz und erweitert dessen Einsatzgebiet.

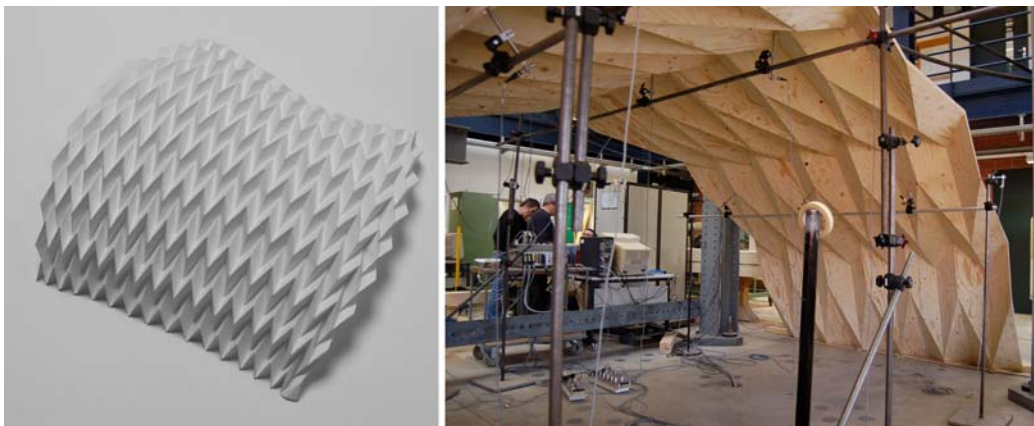


Abbildung 3: Faltenwerk im Papiermodell (links) und tragende Struktur aus Holzwerkstoffplatten (rechts)

Innovative Fügechnik im Holzbau: Reibschweißen von Holzteilen

Die bereits seit längerem aus dem Metall- und Kunststoffbau bekannte Fügechnik des Reibschweißens wurde erfolgreich auf das Verbinden von Holzteilen angewendet. Dabei handelt es sich um eine reine Holz-Holz-Verbindung ohne Zuhilfenahme von Zusatzstoffen wie Leime oder thermoplastische Kunststoffe. Durch das Zusammenpressen der zu fügenden Teile und unter Aufbringen einer zirkularen oder linearen horizontalen Schwingung mit kleiner Amplitude, kommt es zu einer

Erhitzung und Erweichung der Oberflächen. Nach Abbruch der Schwingung stellt sich unter einem gewissen Kühlruck innerhalb von Sekunden ein fester Verbund ein. Im Rahmen des Forschungsprojektes werden die physikalisch-chemischen Vorgänge, die zum Verbund führen, sowie die Festigkeit der Verbindungen untersucht. Mit Hilfe eines neuen Forschungsprojektes soll die Fügung hinsichtlich ihrer Festigkeit und Dauerhaftigkeit optimiert werden. Hierfür kommt eine eigens zum Reibschweißen von Holzteilen entwickelte Maschine zum Einsatz, die mit bis zu 50cm*10cm Schweißfläche auch in der Lage ist kleinformatige Bauteile aus mehreren Schichten herzustellen. Es wird erhofft, diese innovative Fügetechnik bei der Herstellung großformatiger Plattenwerkstoffe und Brettstapelelemente sowie in der Möbelindustrie einzusetzen.



Abbildung 4: Verschweisste mehrschichtige Holzkörper aus Fichten- (Hintergrund) bzw. Buchen- und Fichtenlamellen (Vordergrund)