

Sommer 2016

Bending-Active Segmented Shells
ITKE-ITECH (MSc) Jan Brütting (Prof Knippers)

Ziel der vorgestellten Forschungsarbeit war es, ein System und einen Entwurfsprozess für Biegeaktive Segmentschalentragwerke zu entwickeln. Dabei werden streifenförmige Elemente elastisch gebogen und zu einer Schale gefügt. Es wurden die Grundlagen des Systems, Materialien und Herstellungsverfahren sowie das Tragverhalten der Schalen untersucht. Dies bildete die Grundlage für die Programmierung eines parametrischen Design und Analyse Tools für Rhino/Grasshopper in Verbindung mit der Finiten-Element Software Sofsitik.

Biegeaktive Tragwerke im Allgemeinen haben eine dreidimensionale, gekrümmte Form, welche durch elastische Biegung anhand von Lasten oder Auflagerverschiebungen an einem ursprünglich flachen Bauteil erzeugt werden [Lienhard 2014]. Das bringt den Vorteil, dass die Elemente im ebenen Zustand hergestellt werden können und kein, wie für gekrümmte Flächen üblicher, Formenbau oder Schalungen notwendig sind. Hierdurch ergibt sich ein Einsparpotenzial für Ressourcen und Arbeitsaufwand.

Hingegen erzeugt der Biegeprozess Spannungen im Material was darin resultiert, dass die Dicke der Bauteile sehr gering gehalten werden muss. Für den einzelnen Streifen bedeutet das eine relativ geringe Tragfähigkeit. Der Vorteil des vorgestellten Systems besteht darin, dass mehrere Streifen zu einer doppelt gekrümmten Schale gefügt werden. Deren Lastabtrag basiert auf Membrantragwirkung und eine effiziente Nutzung der dünnen Querschnitte ist gegeben. Durch das Fügen der Streifen entlang der Kanten können unterschiedliche Formen erzeugt werden.

Die Arbeit zeigt, dass durch den extrem einfachen Vorgang der Biegung gekrümmte Schalenflächen erzeugt werden können. Es sind keine weiteren, materialintensiven Schalungen oder Unterkonstruktionen erforderlich. Durch eine effiziente Ausnutzung der Schalentragwirkung können sehr filigrane, dünne und leichte Tragwerke konzipiert werden. Simulationen und analytische Untersuchungen in der Abschlussarbeit haben gezeigt dass eine Skalierung auf Gebäudegröße anwendbar ist. Eine Verwendung für Überdachungen oder Fassadenkonstruktionen ist denkbar. Durch die Herstellung von flachen Bauteilen ist der Transport wesentlich einfacher als bei räumlichen Bauteilen. Des Weiteren ist der Biegevorgang elastisch und Elemente könnten temporär wieder in ihre ebene Form gebracht und an einem anderen Ort aufgestellt werden. Beispielsweise Holz oder Faserverbundwerkstoffe wären geeignet für eine Anwendung, da sie bei relativ geringem E-Modul und gleichzeitig hoher Festigkeit auch kleinen Biegeradien ausgesetzt werden können. Anhand eines Prototyps konnte das System getestet und eine Schale aus gefrästen Hartschaumstreifen hergestellt werden. Das Modell hat eine Spannweite von ca. 70 cm.

Die vorgestellte Arbeit wurde im Rahmen des internationalen Masterstudienganges M.Sc. ITECH am ITKE bearbeitet.

Betreuung: Axel Körner und Daniel Sonntag (ITKE)

Quellen: Lienhard, Julian. Bending-active structures. Dissertation, ITKE, Universität Stuttgart (2014).

