



© Bosch Rexroth

Adaptive Tragwerke: Revolution für ressourcenschonendes Bauen

Stuttgart, 16.4.2012. Maximal belastbar bei minimalem Materialeinsatz – so sollen Tragstrukturen für Bauwerke heute sein. Diesem Ziel sind Forscher der Universität Stuttgart gemeinsam mit Bosch Rexroth jetzt ein großes Stück näher gekommen. Sie haben eine Holzschale konstruiert, die viel dünner ist als alles, was bisher für möglich gehalten wurde. Die Schale überspannt bei nur vier Zentimeter Dicke eine Fläche von mehr als 100 Quadratmetern. Die Konstruktion steht auf dem Campus Vaihingen der Universität Stuttgart und wurde heute erstmals der Öffentlichkeit präsentiert. Möglich wird die extreme Schlankheit der Schale durch den Einsatz eines adaptiven Tragwerks.

Bislang werden Bauwerke immer für eine ganz bestimmte maximale Beanspruchung ausgelegt; eine solche Beanspruchung tritt in der Regel aber nur sehr selten und dann auch nur für kurze Zeit auf. Ein großer Teil der heutzutage eingesetzten Baumaterialien dient also diesen extrem seltenen Spitzenbelastungen und wird faktisch nur wenig genutzt. Ziel des an der Universität Stuttgart entwickelten Ultraleichtbaus ist es deshalb, durch eine aktive Manipulation des Tragwerks eine drastische Materialeinsparung und eine bessere Reaktion auf dynamische Lasten zu erreichen. Im Fall der Stuttgarter Holzschale wird diese Manipulation durch hydraulische Antriebe erreicht: Diese Antriebe sitzen an den Auflagerpunkten der Schale und erzeugen Bewegungen, die durch Wind, Schnee und andere Lasten hervorgerufene Verformungen und Materialbeanspruchungen gezielt kompensieren.

Das Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) und das Institut für Systemdynamik (ISYS) der Universität Stuttgart haben in Zusammenarbeit mit Bosch Rexroth erstmalig ein adaptives Bauwerk im großen Maßstab realisiert. Die Schale aus Holz ist auf vier Punkten gelagert. Drei der Auflagerpunkte können durch Hydraulikzylinder individuell bewegt und frei im Raum positioniert werden. Sensoren erfassen den Belastungszustand an zahlreichen Punkten des Tragwerks. Gezielte Bewegungen der Auflagerpunkte wirken veränderlichen Lasten (zum Beispiel durch Schnee oder Wind) entgegen und reduzieren damit Verformungen und Materialspannungen. Dies reduziert im Vergleich zur konventionellen, passiven Bauweise den Materialeinsatz für die Schalenkonstruktion erheblich. Der Belastungsausgleich erfolgt über eine Rexroth-Steuerung, die speziell für hydraulische Antriebe entwickelt wurde. Die Kernaufgabe der Steuerung ist es, die komplexen hydraulischen Regelungsaufgaben des Schalentragwerkes durchzuführen. Das Tragwerk kann so innerhalb von Millisekunden auf eine Änderung im Belastungszustand reagieren.

Aktive Schwingungsdämpfung und die Anpassung an wechselnde Lasten sind in vielen Bereichen des Bauwesens anwendbar, zum Beispiel bei Stadiendächern, bei Hochhäusern, bei weitspannenden Fassadenkonstruktionen oder bei Brücken. Die Ergebnisse des Forschungsprojekts an der Universität Stuttgart ermöglichen somit eine völlig neue Bauweise, die nicht nur Ressourcen schont, sondern die gleichzeitig auch die Leistungsfähigkeit tragender Konstruktionen deutlich erhöht. Die aktive Dämpfung von dynamisch wirkenden Lasten (beispielsweise aus der Einwirkung von Wind, Erdbeben oder Explosionen) ermöglicht nämlich nicht nur eine drastische Gewichtsreduzierung, sondern verringert darüber hinaus auch Materialermüdungen und Schäden an der Struktur.

Um Lasten und Schwingungen aktiv kompensieren zu können, müssen diese Einflussfaktoren zunächst präzise erfasst beziehungsweise prognostiziert werden; in einem zweiten Schritt müssen die notwendigen Gegenbewegungen in Echtzeit berechnet (und ebenso zeitnah umgesetzt) werden. Hierfür haben die Forscher der Universität Stuttgart Simulationsmodelle entwickelt, die eine exakte Vorhersage des Verhaltens der Struktur ermöglichen. Hierbei wird die Materialbeanspruchung ebenso wie das Schwingungsverhalten unter statischen und dynamischen Einwirkungen berücksichtigt. Diese Simulationsmodelle dienen als Grundlage für die Entwicklung von Regelungskonzepten, welche die erforderlichen Gegenbewegungen zur Last- und Schwingungskompensation in Abhängigkeit der erfassten Messgrößen berechnen. Diese Bewegungen werden dann durch die Hydraulik präzise umgesetzt.

Die wissenschaftlichen Grundlagen für das Projekt wurden in den letzten Jahren gemeinsam am ILEK und am ISYS gelegt. Die Firma Bosch Rexroth lieferte die aktiven Elemente des Prototyps. In enger Zusammenarbeit mit der Universität Stuttgart übernahm die Firma die Projektierung, Auswahl und Auslegung der Hydraulik ebenso wie ihre Inbetriebnahme. Das Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) ist Pionier in der Erforschung adaptiver Systeme im Bauwesen; mit dem Stuttgarter Träger wurde bereits vor mehreren Jahren ein erster Prototyp in kleinem Maßstab geschaffen. Die Kernkompetenz des Instituts für Systemdynamik (ISYS) liegt in der Analyse dynamischer Systeme und deren gezielter Beeinflussung. Hierzu entwickelt das Institut Regelungsstrukturen, die koordinierte Bewegungen des Tragwerks erzeugen. Die Firma Bosch Rexroth ist einer der weltweit führenden Spezialisten für Antriebs- und Steuerungstechnologien. Das Unternehmen ist Partner für Mobile Applications, Machinery Applications and Engineering, Factory Automation sowie Renewable Energies. Als The Drive & Control Company entwickelt, produziert und vertreibt Bosch Rexroth seine Komponenten und Systeme in über 80 Ländern.

Das Projekt ist als Funktionsmuster in die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Forschergruppe ‚Hybride Intelligente Konstruktionselemente‘ integriert. Diese Forschergruppe bringt Experten des Maschinenbaus, der Luft- und Raumfahrttechnik, des Bauingenieurwesens und der Verfahrenstechnik zusammen. Wissenschaftliche Unterstützung erhielt das Projekt darüber hinaus durch Prof. Leander Bathon (Institut für Baustoffe und Konstruktion der Hochschule RheinMain Wiesbaden) und durch Prof. Uwe Heisel (Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart).

Das Projekt wurde außerdem von folgenden Industriepartnern unterstützt: Sensor-Technik Wiedemann GmbH, Eschenbach Zeltbau GmbH & Co. KG, Wilhelm Gerüstbau GmbH, Ulrich Lübbert Warenhandel GmbH & Co. KG, Holzwerk Friedrich Wahl GmbH & Co. KG, Leitz GmbH & Co. KG und Rütgers Organics GmbH.

Projektbeteiligte

Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK), Universität Stuttgart
Prof. Werner Sobek, Stefan Neuhäuser, Christoph Witte, Dr. Walter Haase

Institut für Systemdynamik (ISYS), Universität Stuttgart
Prof. Oliver Sawodny, Martin Weickgenannt, Dr. Eckhard Arnold

Bosch Rexroth AG, Lohr a. Main
Dr. Johannes Grobe, André Fella

Fotos: © Bosch Rexroth



© Bosch Rexroth



© Bosch Rexroth



© Bosch Rexroth

Kontakt

Stefan Neuhäuser: Tel.: 0711 685-63705
Martin Weickgenannt: Tel.: 0711 685-66960
André Fella: Tel.: 09352 18-1010

E-Mail: stefan.neuhaeuser@ilek.uni-stuttgart.de
E-Mail: martin.weickgenannt@isys.uni-stuttgart.de
E-Mail: andre.fella@boschrexroth.de

Weiterführende Informationen



www.smartshell-stuttgart.de
www.uni-stuttgart.de/ilek
www.isys.uni-stuttgart.de
www.boschrexroth.de