

Die Tensegrity-Struktur im Zoo Rostock

Der Zoo Rostock plant eine neue große Vogel-Voliere zu bauen. Neben der Funktionalität sollen auch repräsentative Aspekte eine Rolle spielen. Gleichzeitig soll sich das Gebäude in das Konzept „Infotainment“ des Zoos einordnen. Es sollen nicht nur die Tiere im Vordergrund stehen, sondern es soll auch das Interesse der Besucher an der Wissenschaft angeregt werden. Hierin fügt sich auch die Idee ein, Gebäude zu entwerfen, die aus neuen Tragwerkstypen bestehen. Diese sollen dem Besucher gezeigt und deren Tragverhalten erklärt werden.

Der Erfinder des Begriffs *tensegrity* war R. BUCKMINSTER FULLER. Das Wort *tensegrity* ist eine Zusammensetzung aus den Wörtern *tension* und *integrity*. Unter dem Begriff *tensegrity* versteht man Konstruktionen, die aus diskontinuierlich angeordneten Druckstäben und einem Netzwerk vorgespannter Seile bestehen. Nur durch Vorspannung der Seile kann die Stabilität der Struktur garantiert werden.

Mit *tensegrities* können effiziente und leichte Tragwerke entwickelt werden. Theoretisch kann mit dieser Struktur eine unendliche Spannweite für Dachtragwerke erreicht werden. Bis heute wurden jedoch nur wenige tragende Bauwerke gebaut, abgesehen von den bekannten Skulpturen von KENNETH SNELSON. Erwähnenswert sind die Bauwerke von KAWAGUCHI in Japan und von SCHLAICH, BERGERMANN & PARTNER der Messturm in Rostock. Auch die Weltraumtechnik verwendet *tensegrities* für Teleskopausleger von Parabolantennen.

Als Randbedingung für den Entwurf der Voliere ist vorgegeben, einen Raum ohne tragende Elemente im Inneren zu erzeugen, die als Hindernis für die freifliegenden Vögel gelten können. Dies ist mit den bekannten Tensegrity-Standardelementen nicht möglich.

Deshalb wurde von diesen Elementen Abstand genommen und eine freie Form entwickelt. Das Problem bei dieser freien Form ist, dass man nicht allein aus Erfahrung die Tragfähigkeit beurteilen kann. Deswegen wurde von Dr. VEIT BAYER ein Algorithmus auf Basis des FEM-Systems SLANG entwickelt, mit der zum einen die Gültigkeit der Geometrie einer Tensegrity-Struktur überprüft werden kann und zum anderen eine Tragwerksberechnung erfolgen kann.

Nach den ersten Entwürfen von BAYER und WAGENER musste aus der Geometrie ein Vorspannzustand ermittelt werden. Dies konnte nach verschiedenen Modifikationen der Anordnung von Stäben und Seilen erreicht werden. Die geringen Eingriffe in den Entwurf veränderten nicht die Charakteristik der Voliere. Anschließend wurden statische Berechnungen durchgeführt. Ziel war es, alle beteiligten Konstruktionselemente zu optimieren. Die Auslastung der Seile und der Stahlrohre können durch die Vorspannkräfte angepasst werden. In Abbildung 1: Ansicht des Tensegrity-Modells ist eine Ansicht der Voliere dargestellt. Die Gesamtgrundfläche beträgt ca. 12 x 11 m und die Voliere ist etwa 9 m hoch.

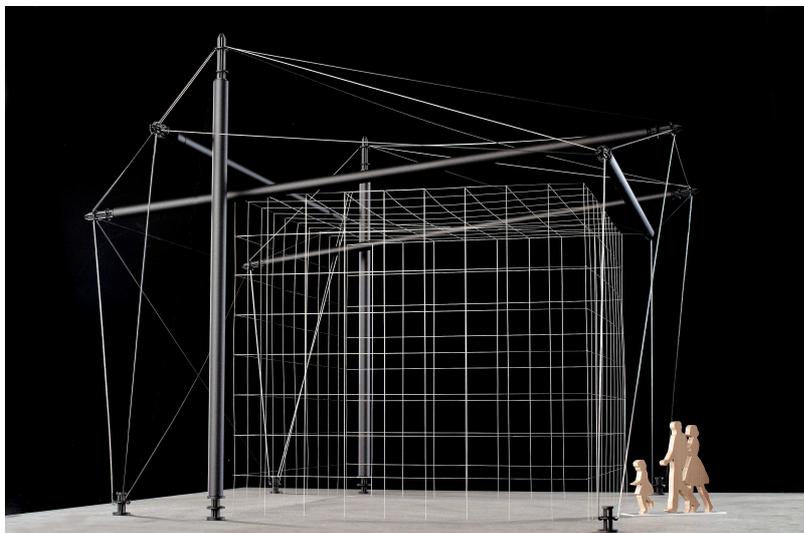


Abbildung 1: Ansicht des Tensegrity-Modells

Um die Berechnungen zu überprüfen, galt es ein Versuchsmodell im Maßstab 1:5 der geplanten Voliere in Rostock zu berechnen, zu bauen und experimentelle Versuche durchzuführen. Mittels der Methode der Finiten Elemente (FEM) wurde an einem Computermodell Belastungen simuliert und die Spannungen in den einzelnen Bauteilen ermittelt. Damit wurden die Bauteile des Versuchsmodells dimensioniert. (Abbildung 2: Darstellung der Spannungen in den einzelnen Tragstrukturelementen)

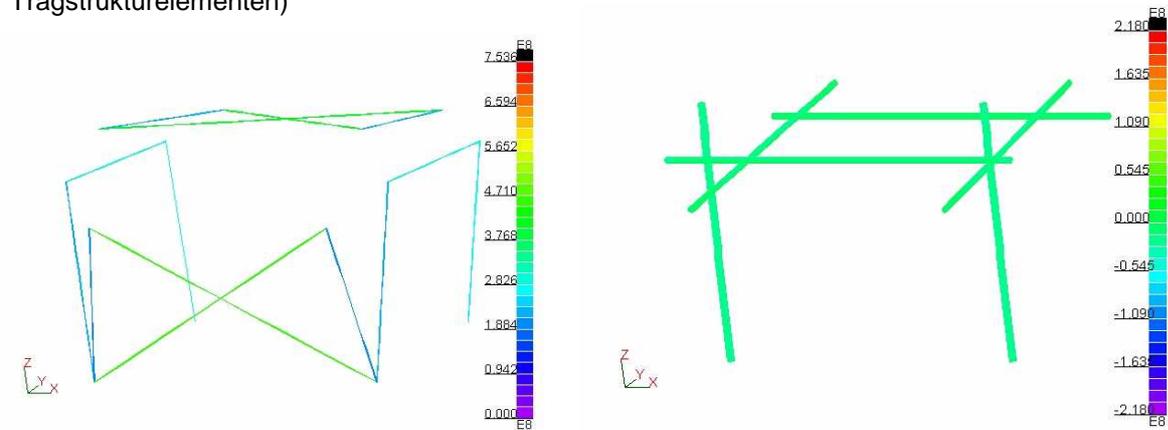


Abbildung 2: Darstellung der Spannungen in den einzelnen Tragstrukturelementen

Anschließend wurde das Modell in der Versuchstechnischen Einrichtung der BU Weimar gebaut. Wie schon erwähnt wurde, besteht die Struktur aus Druckstäben und vorgespannten Seile. Um die Vorspannkraft der eingebaute Seile zu ermitteln, bediente man sich mit einem Trick aus der Musik. Eine Gitarrensaite hat je nach unterschiedlicher Spannung verschiedene Töne bzw. verschiedene Frequenzen. Die vorgespannte Seile wurden durch „Zupfen“ in Schwingung versetzt und die Eigenfrequenz gemessen. Anhand von vorher durchgeführten Seilkalibrierungsversuchen konnte dann die Kraft im Seil ermittelt werden. Ähnlich wie man eine Gitarrensaite stimmt, wurden mittels Spanschlösser die vorgespannten Seile gestimmt.

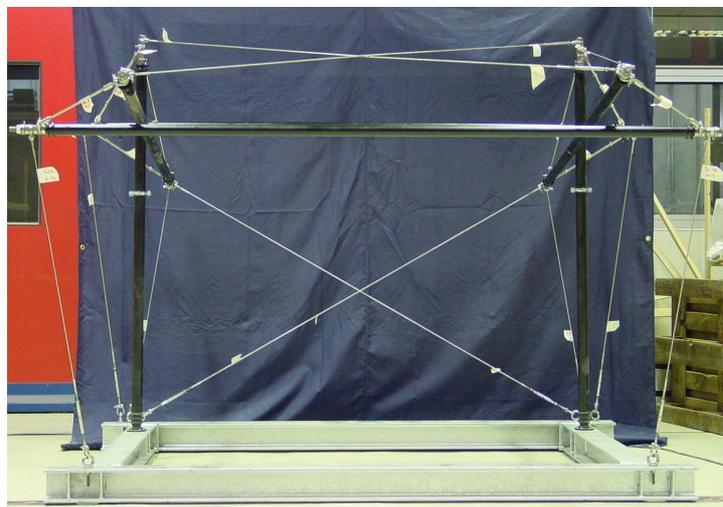


Abbildung 3: Versuchsmodell im Maßstab 1:5

Die Auswertung der Versuche zeigte eine gute Übereinstimmung mit den vorher am Computer berechneten Werten. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Berechnung des Original-Modells ebenfalls mit den implementierten Algorithmen möglich ist.

Das Modell wurde nach Beendigung der Versuche im Zoologischen Garten in Rostock aufgebaut, wo es zu besichtigen ist. Die Diplomarbeit wurde durch Professor Jürgen Ruth, Dr. Veit Bayer, dem Architekten Klaus Wagener und der Firma Carl Stahl unterstützt.