

# Geometrisch nichtlineare Berechnung von Seilkonstruktionen mit der Methode der Finiten Elemente



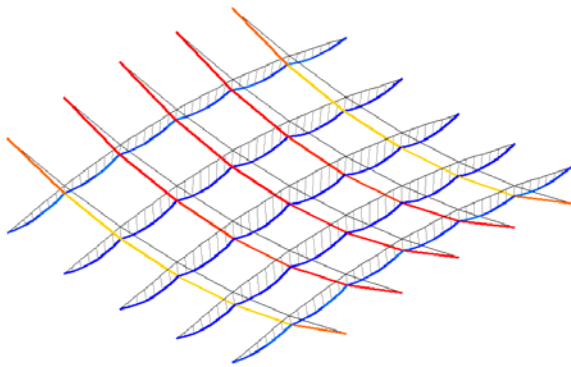
Lehrstuhl Statik und Dynamik  
Prof. Dr.-Ing. Peter Osterrieder

Diplomarbeit Steffen Majaura

SS2004

Seile bieten als Tragglieder besondere Herausforderungen für den konstruktiven Ingenieur. Während in klassischen Tragelementen Druck, Biegung und Zug für die Lastabtragung genutzt werden können, ist man beim Seil auf Zugkräfte beschränkt. Da jedoch das Übertragen von Zugkräften die querschnittsbezogen günstigste Lösung darstellt, sind Seile sehr effektiv. Zugglieder werden immer voll ausgenutzt.

Die Richtungen der Lasteinwirkungen in Bauwerken sind jedoch veränderlich, Seile können also im ungünstigen Fall nicht immer in den Zugbereichen eines Tragwerkes liegen.



An Seilen wird sich ein Durchhang ausbilden. Dieser dient der Abtragung der Querlasten. Je größer dieser Durchhang ist, umso mehr Querlast kann auch abgetragen werden. Der Durchhang an einem Seil ist also nicht als negativ und vermeidenswert anzusehen, sondern er sollte als Element der Lastabtragung seinen Gebrauch finden können.

Für eine Rechnung ergeben sich dadurch jedoch Schwierigkeiten, da das Seil nicht mehr mit kleinen endlichen Verformungen berechnet

werden kann. Die Verschiebung eines Seiltragwerks trägt maßgeblich zur Veränderung der Steifigkeit im Gesamtsystem bei. Dieses Phänomen der geometrischen Nichtlinearität führt zur Notwendigkeit eines iterativen Lösungsprozesses.



Der Ingenieur erhält mit dem konstruktiven Element der Vorspannung die Möglichkeit, Seile effektiv vor Druckkräften zu schützen. Seilsysteme, die im Anfangszustand keine Zugkräfte aufweisen, sind baustatisch gesehen durch kinematische Ketten charakterisiert und somit unbrauchbar. Erst durch Zugkräfte wird ein Seil statisch brauchbar. Daher muss dieser nicht berechenbare Anfangszustand überwunden werden.

Mit all diesen Parametern erkennt man, dass die numerische Umsetzung dieses Problems eine große Herausforderung darstellt. Die Diplomarbeit enthält neben der Entwicklung eines Finite-Elemente-Programms zur Berechnung von Seilkonstruktionen auch Hinweise für den Entwurf von Seilsystemen und Beispielanalysen.