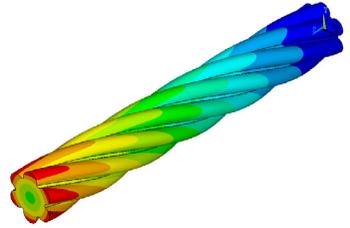


Parametrische Modellierung eines einlagigen Rundlitzenseils mit Kunststoffmantel



Leng, M.

Die Fähigkeit der Drahtseile, sehr große Zugkräfte übertragen und Seilscheiben mit verhältnismäßig kleinem Durchmesser überlaufen zu können, beruht auf der hohen Festigkeit wie auch der Flexibilität der Seilkonstruktion. Heutzutage ist die Seiltechnik in Deutschland und weltweit sehr stark verbreitet. In dem Artikel wird ein in ANSYS durch APDL (ANSYS Parametric Design Language) modelliertes parametrisches einlagiges Rundlitzenseil mit einem Kunststoffmantel vorgestellt.

Because of the high capabilities for tension load with a relatively small cross section, the wires rope are widely used in Germany and in the world. This article will present a parametrical single-layer round rope with a plastic shell modelled in ANSYS with the APDL (ANSYS Parametric Design Language).

1 Einleitung

Die Seiltechnik ist heutzutage in der Welt sehr stark verbreitet. Dennoch sind die im Seil tatsächlich vorliegenden Spannungsverläufe noch relativ unbekannt. Mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode (FEM) können die Spannungen in der gesamten Seilstruktur analysiert werden.

Die Seilmachart ist in der Realität vielseitig. Im Allgemeinen haben Seildrähte einen kreisrunden Querschnitt. Neben der Form des Querschnitts vom Seil gibt es noch verschiedenen Einflussgrößen, bzw. Durchmesser des Querschnitts, Schlagarten und Schlagwinkel sowie einer oder mehreren Litzenlagen, die die Geometrie eines Seils und die Spannungsverläufe im Seil verändern können. Um die unterschiedlichen Seilmodelle zu analysieren und miteinander zu vergleichen, wurde ein parametrisches Rundlitzenseil mit einem Kunststoffmantel durch APDL (ANSYS Parametric Design Language) in ANSYS modelliert.

2 Modellierung des vereinfachten Seils mit einem Kunststoffmantel

Bei einem Seilmodell gibt es vielen Kontaktflächen zwischen sowohl der Kernlitze und den Außenlitzen, als auch den Außenlitzen miteinander. Manches Seil hat noch ein Kunststoffmantel. Zwischen dem Seil und dem Kunststoffmantel bestehen auch die Kontakte.

Das Kontaktproblem ist ein komplexes nichtlineares Verfahren. In der Finite-Elemente-Methode ist das Kontaktproblem sehr zeitaufwendig. Um die Kontaktfläche zu reduzieren und die Berechnungszeit zu verringern, wird zuerst ein vereinfachtes Seil mit einem Kunststoffmantel modelliert und vorgestellt. Wie im **Bild 1** links gezeigt, besteht das vereinfachte Seil aus einem Kernlitzen und sechs Außenlitzen. Alle Außenlitzen sind in einer Lage schraubenförmig um die Kernlitzen geschlagen. Dies einlagige 7-drätige Seil ist als ein Volumen in der Simulation vereinfacht. Im dargestellten Seilaufbau wurden zunächst keine Kontakte definiert. **Bild 1** rechts zeigt dies vereinfachte Seil mit einem Kunststoffmantel. Der Kontakt existiert nur zwischen dem vereinfachten Seil und dem Kunststoffmantel.

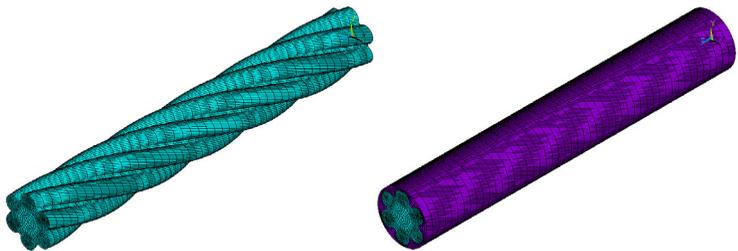


Bild 1: Vereinfachtes Seil (links) und vereinfachtes Seil mit Kunststoffmantel (rechts)

Um das vereinfachte Seilmodell parametrisch zu modellieren, sind die Definition von Parametern notwendig, die in einem Screenshot (siehe **Bild 2**) zusammengefasst und im **Bild 3** dargestellt sind.

Wie im **Bild 2** gezeigt, sind für eine Modellierung des Seilmodells gewünschte oder default Parameter anzugeben. Die default Parameter und ein gewünschter Parameter wurden im **Bild 2** jeweils durch die Kreise und durch das Rechteck hervorgehoben. Im **Bild 3** ist eine Scheibe des isometrischen Sektormodells vom vereinfachten Seil mit dem Kunststoff (links) und ein Vollmodell dieses Seils (rechts) dargestellt, in denen die entsprechenden Parameter anschaulich gezeigt

wurden. Durch die sieben Parameter wurde die Geometrie des vereinfachten Seilmodells mit dem Kunststoffmantel festgelegt.

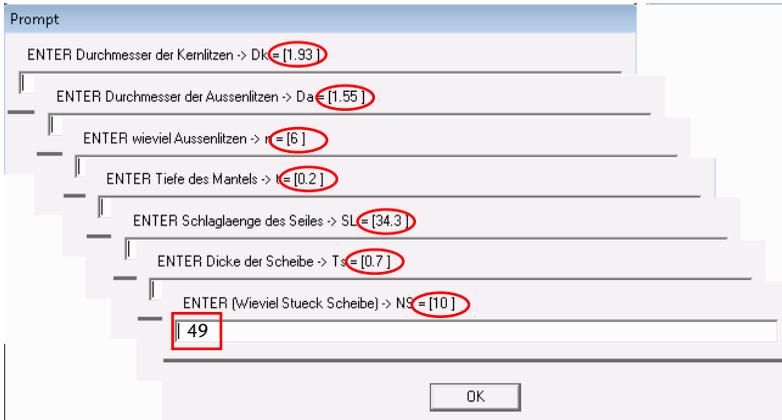


Bild 2: Benötigten Parameter zur Modellierung des vereinfachten Seils mit einem Kunststoffmantel

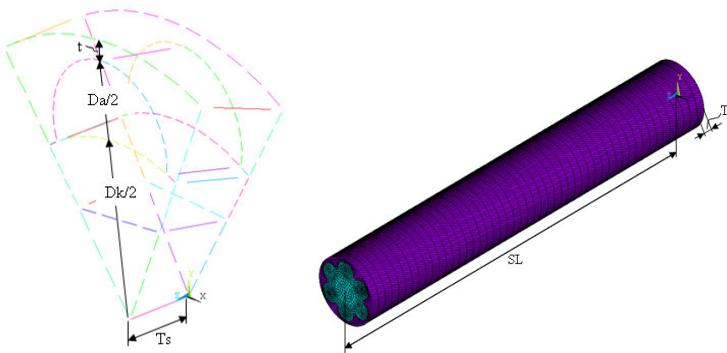


Bild 3: Eine Scheibe des isometrischen Sektormodells (links) und Vollmodell (rechts) vom Seil mit dem Kunststoffmantel

Die Modellierung ist für die FEM jedoch nur der erste Schritt. Nachdem das Seil mit dem Kunststoffmantel durch APDL modelliert wurde, wird der Kontakt zwischen dem Seil und dem Kunststoffmantel ebenfalls durch APDL automatisch definiert. Zu verschiedenen Zwecken können unterschiedliche Randbedingungen und Belastungen anschließend auf dem Seilmodell aufgebracht werden.

3 Zugversuch des vereinfachten Seil mit dem Kunststoffmantel

Das modellierte Seil wurde mit einer Zugkraft beaufschlagt. Wie im **Bild 4** gezeigt, wurden die Stirnfläche des Seils und die vom Kunststoffmantel auf einer Seite in drei translatorischen Richtung fixiert. Auf anderer Seite erfolgt die Einleitung des Krafts über einen Pilotknoten, der mit den Stirnflächen durch die Kontaktdefinition verbunden ist. Der Pilotknoten wurde nur in axialer Richtung frei geschaltet und in anderen fünf Freiheitsgraden blockiert.

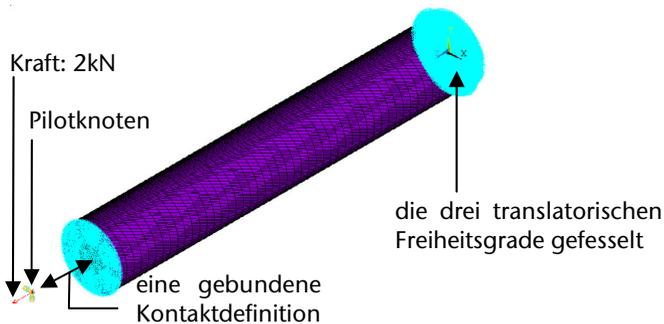


Bild 4: Randbedingungen

Aufgrund der Restriktion der Randbedingungen befindet sich die maximale Vergleichsspannung auf den Mantelflächen der Außenlitzen. **Bild 5** links und rechts zeigt jeweils das isometrische Seil und den Querschnitt des Seils. Der Kunststoffmantel wurde ausgeblendet.

Um die Einflüsse der Restriktion zu beseitigen, wurden einige Elemente jeweils links und rechts der Linien in Pfeilrichtung ausgeblendet (s. **Bild 5**). Wie im **Bild 6** dargestellt, befindet sich abschließend die maximale Vergleichsspannung in der Mitte von beiden Außenlitzen, wo die Kontakt zwischen dem Seil und dem Kunststoffmantel ist. /1/

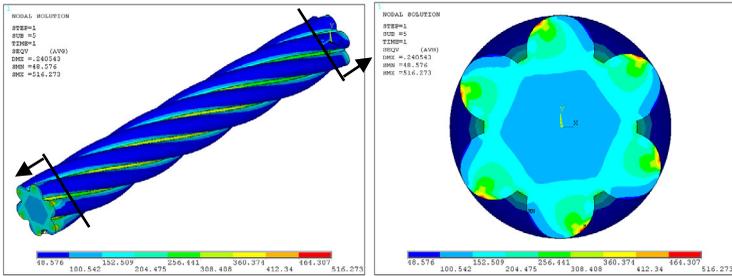


Bild 5: Vergleichsspannung des Seils

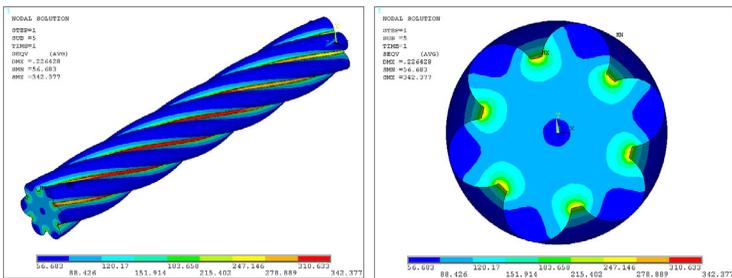


Bild 6: Vergleichsspannung des Seils ohne Restriktion der Randbedingungen

4 Ausblick

Da das einlagige, 7-drähtige Seil als ein Volumen vereinfacht wurde, sind die Kontakte zwischen den Drahtlitzen nicht berücksichtigt. Anschließend sollen ein- und zweifach verseilte einlagige Rundlitzenseilmodelle durch APDL in ANSYS parametrisch modelliert werden, damit die Kontakte zwischen den Drahtlitzen ebenfalls analysiert werden können.

Im **Bild 7** links ist ein zweifach verseiltes einlagiges Rundlitzenseil dargestellt, auf der rechten Seite der entsprechende Querschnitt. Das Rundlitzenseil besteht aus einer Einlage und einer Litzenlage. Die Rundlitzen sind damit zweifach verseilt, bzw. die Drähte zu Litzen und die Litzen zum Seil./2/ Da die Struktur des ein- oder zweifach verseilten Rundlitzenseils zukünftig nicht vereinfacht wird, sollen weitere Parameter und Einflüsse der Geometrie zur Modellierung berücksichtigt werden, beispielsweise Schlagrichtung, die bei der Modellierung des vereinfachten Rundlitzenseiles nicht berücksichtigt wurde.

Beim erwähnten vereinfachten Rundlitzenseil spielt die Schlagrichtung für die Spannungsverläufe keine Rolle, während die Schlagrichtung bei einem zweifach verseilten Rundlitzenseil wichtig ist. Weil die Litzen zweifach verseilt sind, können die Litzen im Seil rechts oder links geschlagen werden. Ob das Seil und die Litzen identische oder unterschiedliche Schlagrichtungen haben, werden die Spannungsverläufe, der Kontaktdruck und die Verformung des Seils beeinflusst. Anschließend wird ein APDL-Skript zur Modellierung des ein- und zweifach verseilten einlagigen Rundlitzenseils aufgebaut und die Analyse mit Hilfe der FEM weiterhin durchgeführt.

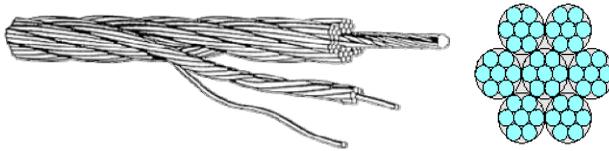


Bild 7: Zweifach verseiltes, einlagiges Rundlitzenseil /3/

5 Literatur

- /1/ J.F. Sun, G.L. Wang, H.O. Zhang; FE analysis of frictional contact effect for laying wire rope, Journal of Materials Processing technology 202, 2008
- /2/ Feyrer, Klaus; Drahtseil, Springer-Verlag, 1994
- /3/ IFT, Berechnung eines einfachen Seils mit FEM, Uni Stuttgart, 2003