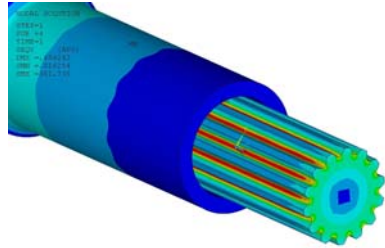


Entwicklung eines Werkzeugs zur automatischen Erzeugung von Zahnwellen in ANSYS



Mänz, T.; Nsenga, E.

Berechnungen mit der Finite-Elemente-Methode bilden einen wichtigen Beitrag bei der Untersuchung von Zahnwellenverbindungen am Institut für Maschinenwesen. Auf Grund der komplexen Geometrie von Zahnwellen nach DIN 5480 ist deren Modellierung jedoch sehr zeitaufwändig. Abhilfe schaffen soll ein Werkzeug zur automatischen Erzeugung der Geometrie und Vernetzung. Dabei soll eine Vielzahl von Parametern berücksichtigt werden. Dieser Artikel beschreibt den aktuellen Stand der Entwicklung und gibt einen Ausblick auf zukünftige Möglichkeiten des Programms.

Calculations with the finite element method make a substantial contribution to the analyses of involute splines at the Institute for Mechanical Engineering. Because of the complex geometry of those joints according to DIN 5480 their modelling is very time-consuming. To minimize this effort, currently a program for the automatical generation of geometry and mesh is developed. This article describes the status quo and following developments of that tool.

1 Einleitung

Bei der Übertragung von Drehmomenten finden Zahnwellenverbindungen (ZWV) im allgemeinen Maschinenbau breite Anwendung, da auch bei geringen Nabendurchmessern hohe Drehmomente übertragen werden können. Weiterhin können Zahnwellen kostengünstig produziert werden. Zur Auslegung dieses Konstruktionselementes werden neben experimentellen Untersuchungen auch numerische Berechnungen, wie die Finite-Elemente-Methode (FEM), genutzt. Die Erstellung eines solchen Modells in dem am IMW genutzten FEM-Programm Ansys ist sehr aufwändig, da sowohl die Modellierung der Geometrie als auch die Vernetzung der Modelle einen großen Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse und die Rechenzeit haben. Um die optimale Kombination beider Größen erreichen zu können, muss die Dichte der Vernetzung an die Geometrie und die zu erwartenden Be-

anspruchungen angepasst werden. Dadurch ist die Modellierung der ZWV sehr zeitaufwändig.

2 Ziele und Vorgehensweise

Die manuelle Erstellung der ZWVen soll zu großen Teilen durch ein Programm ersetzt werden, das die Erstellung der Geometrie und der optimalen Vernetzung automatisch durchführt. Dieses wird zurzeit am IMW entwickelt.

Das übergeordnete Ziel der Arbeit ist es, den Modellaufbau der ZWV unter Berücksichtigung der charakteristischen Eingabeparameter (Grundkreisdurchmesser, Modul, Zähnezahl, Profiwinkel, Verbindungslänge, u. a.) möglichst weitgehend zu automatisieren. Die ZWV soll jeweils als 2-dimensionales oder als 3-dimensionales Voll- oder Sektormodell aufgebaut werden.

Zur Erstellung des Modells wird eine so genannte „PROCEDURE“-Datei erstellt, die alle Befehle für die Erzeugung der Geometrie und deren Vernetzung enthält. Die Programmierung erfolgt in der von Ansys entwickelten Skriptsprache APDL (ANSYS Parametric Design Language). Für ZWVen mit Novikovprofil wurde dieses Vorgehen bereits erfolgreich umgesetzt /1/.

3 Durchgeführte Arbeiten

Zunächst wurden nur die Zahnwellen nach DIN 5480 /2/ berücksichtigt. Deren systematischer Aufbau erlaubt es, ein breites Spektrum von ZWV mit Hilfe eines parametrisierten Modells abzubilden.

Im Rahmen eines Auslandspraktikums am IMW wurde ein erstes Programm zur Erstellung von ZWVen nach DIN 5480 entwickelt /3/. In Abhängigkeit von den oben genannten sowie weiterer Eingabeparameter (Werkstoffdaten, Kontaktdaten) wird ein Modell entsprechend des Flussdiagramms nach erstellt. Dabei erfolgt die gesamte Modellierung inklusive der Berechnung der Zahngeometrie in ANSYS. Dies hat den Vorteil, dass auf Schnittstellen zu anderen Programmen, wie einem Zahnrechnungsprogramm oder einem CAD-Programm verzichtet werden kann. Die Vorteile dieser Vorgehensweise sind die Unabhängigkeit von anderen Programmen sowie eine hohe Stabilität des Programms.

Die Vernetzung der Geometrie ist bereits sehr komplex, wie **Bild 2** zeigt und erfüllt bereits teilweise die Anforderungen an eine hohe Güte der Ergebnisse sowie geringe Rechenzeiten.

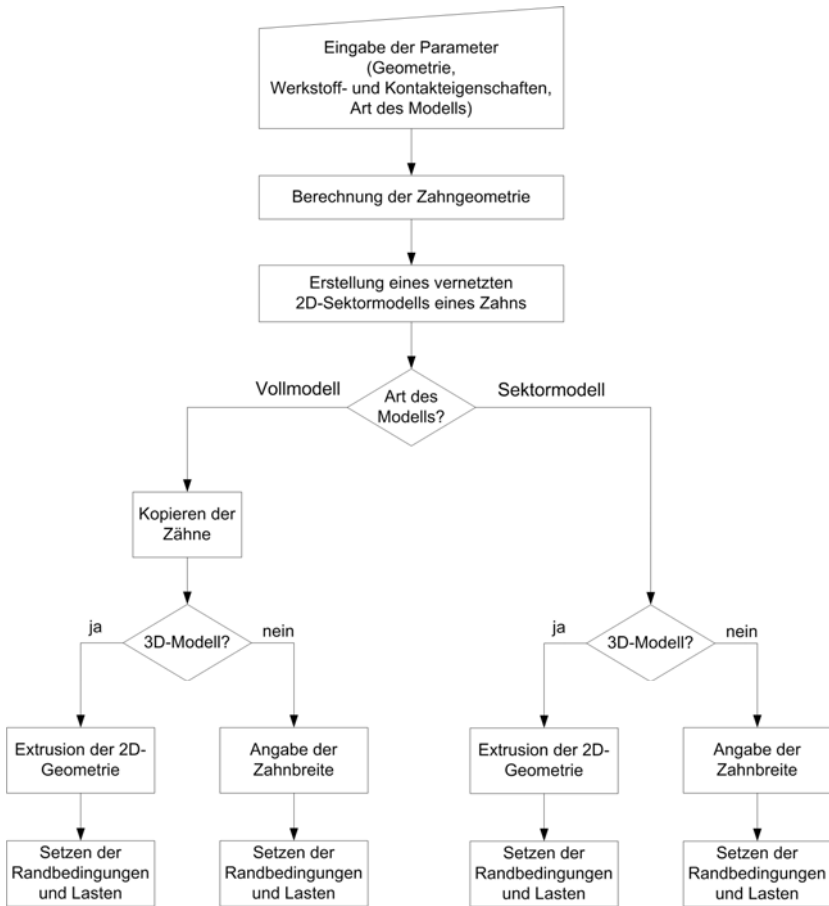


Bild 1: Flussdiagramm zur automatischen Erstellung von ZWV

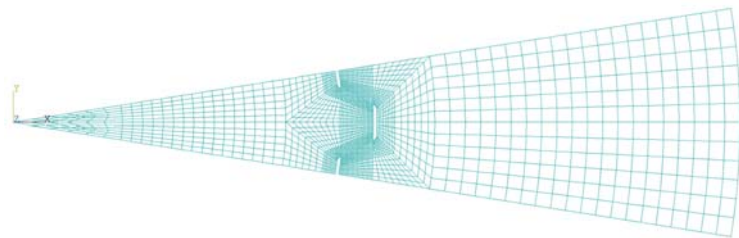


Bild 2: Vernetzung eines Zahnsektors

4 Zukünftige Arbeiten

Um die breite Anwendung des Programms zu ermöglichen, muss eine Vielzahl weiterer Größen berücksichtigt werden. Zunächst muss die Vernetzungsdichte der einzelnen Bereiche vom Benutzer angepasst werden können. Dies ermöglicht es, sowohl schnelle Vorberechnungen, als auch sehr genaue Berechnungen durchzuführen. Darüber hinaus muss dem Anwender die freie Gestaltung der ZWV ermöglicht werden. Dafür wird das Modell um die Berücksichtigung von angefasten Zähnen der Nabe sowie die Erstellung verschiedener Zahnübergänge der Welle (gebundener und freier Auslauf) erweitert. Für den Vergleich der Berechnungsergebnisse mit experimentellen Größen muss weiterhin die Möglichkeit geschaffen werden, auch abweichungsbehaftete ZWV berechnen zu können. In dem zu entwickelnden Modell müssen Teilungsabweichungen und unterschiedliches Spiel zwischen Welle und Nabe berücksichtigt werden. Über diese Arbeiten hinaus besteht die Möglichkeit das Werkzeug auch für nicht evolventische Profile zu erweitern.

5 Zusammenfassung

Das Institut für Maschinenwesen ist kontinuierlich mit der Weiterentwicklung von Welle-Nabe-Verbindungen beschäftigt. Ein wichtiger Teil in diesem Prozess ist die Simulation mit Hilfe des Finite-Elemente-Programms ANSYS. Um die Berechnungen effizienter zu gestalten, wird derzeit ein Programm zur automatischen Erstellung der Geometrie und der Vernetzung entwickelt, das den Modellierungsprozess wesentlich verkürzt. Die Qualität der Modelle wird durch die Erfahrungen des Instituts in der Simulation von ZWV sicher gestellt.

6 Literatur

- /1/ Medhurst, T.: Parametrisierte FE-Untersuchung zur Beanspruchungsoptimierung an Welle-Nabe-Verbindungen mit Novikovprofil, unveröffentlichte Diplomarbeit, IMW, TU-Clausthal, Juli 2006
- /2/ DIN 5480: Zahnwellenverbindungen mit Evolventenverzahnungen. Berlin; Beuth-Verlag 2006
- /3/ Cordeau, F.: Development of a parameterized model of a spline shaft in ANSYS, unveröffentlicher Bericht zum Praktikum am IMW, TU Clausthal 2009