

Flexibler Außenring

Der Einfluss der Verformung des Außenrings in Abhängigkeit der Belastung und der Anschlusskonstruktion wird mit einer Finiten Elemente (FE) Vorberechnung berücksichtigt. Für die folgenden Beispiele in Abbildung 1 wurde die FE Simulationssoftware ANSYS verwendet. Die berechnete Verformung des Außenrings wird über Textdateien der MKS zugänglich gemacht. Dabei werden definierte Belastungszustände eines Lagers vorberechnet. In der MKS werden die Ergebnisse aus verschiedenen Belastungsergebnissen dann entsprechend interpoliert und in der dynamischen Berechnung berücksichtigt.

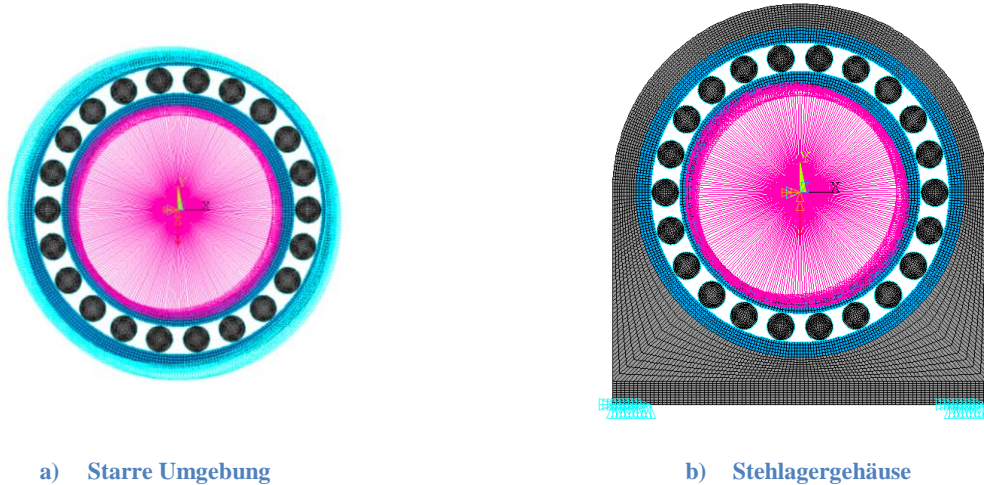


Abbildung 1 : Exemplarische FE-Modelle für die Erzeugung der Steifigkeitskennfelder des Außenrings

Parametrische Beispieldateien mit starrem Gehäuse, Stehgehäuse und aufgehängtem Gehäuse für ANSYS werden vom MEGT Lehrstuhl zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Beispieldateien können weitere individuelle Gehäuseformen in die FE Berechnung eingefügt werden. Anhand der Ergebnisdatei können diese dann in der MKS Berechnung berücksichtigt werden.

Ziel der FE-Berechnungen ist die Erstellung eines Kennfeldes, in welchem die Außenringverformung in Abhängigkeit der Lastrichtung und der Wälzkörperposition hinterlegt ist. Der Lasteinfluss wird linear aus der FE-Berechnung skaliert um die Anzahl der notwendigen FE-Rechnungen in Grenzen zu halten. Im FE-Modell werden mehrere Berechnungsdurchgänge durchgeführt, bei denen die Lastangriffsrichtung verändert wird. Die lokalen Kontaktverformungen, die in den Kontakten zwischen Wälzkörper und Laufbahn entstehen, werden über eine Referenzrechnung bestimmt und von den globalen Verformungen abgezogen. Die globalen Laufbahnverformungen werden für die berechneten Lastrichtungen als Textdateien ausgegeben. Ein MatLab-Skript wird verwendet, um die FE-Ausgabedateien auszuwerten und in eine Simpack-Kennfelddatei (.afs) umzuwandeln.

Anleitung

Dateiformat

Das Kennfeld des Verformungsverhaltens des Außenrings und der Umgebungsstruktur wird als *Input Function* in Simpack eingebunden. Die Verwendung eines flexiblen Außenrings setzt voraus, dass eine Simpack-Kennfelddatei vorhanden ist, in der das Verformungsverhalten des Außenrings und dessen Umgebungsstruktur hinterlegt ist. Der Aufbau des Kennfeldes ist wie folgt definiert:

- x-Komponente: Winkelposition des Wälzkörpers im Lager $[-\pi, \pi]$; 0° Position auf positiver x-Achse
- y-Komponente: Lastangriffsrichtung $[-\pi, \pi]$; 0° Position auf positiver y-Achse
- $f(x,y)$: Verformung des Außenrings unter der Last $F_{R,FE}$ in mm

Der Aufbau der Simpack-Kennfelddatei (.afs) kann der Simpackhilfe bzw. den beiliegenden Beispieldateien entnommen werden. Das eingeladene Kennfeld kann in Simpack überprüft werden (siehe Abbildung 2).

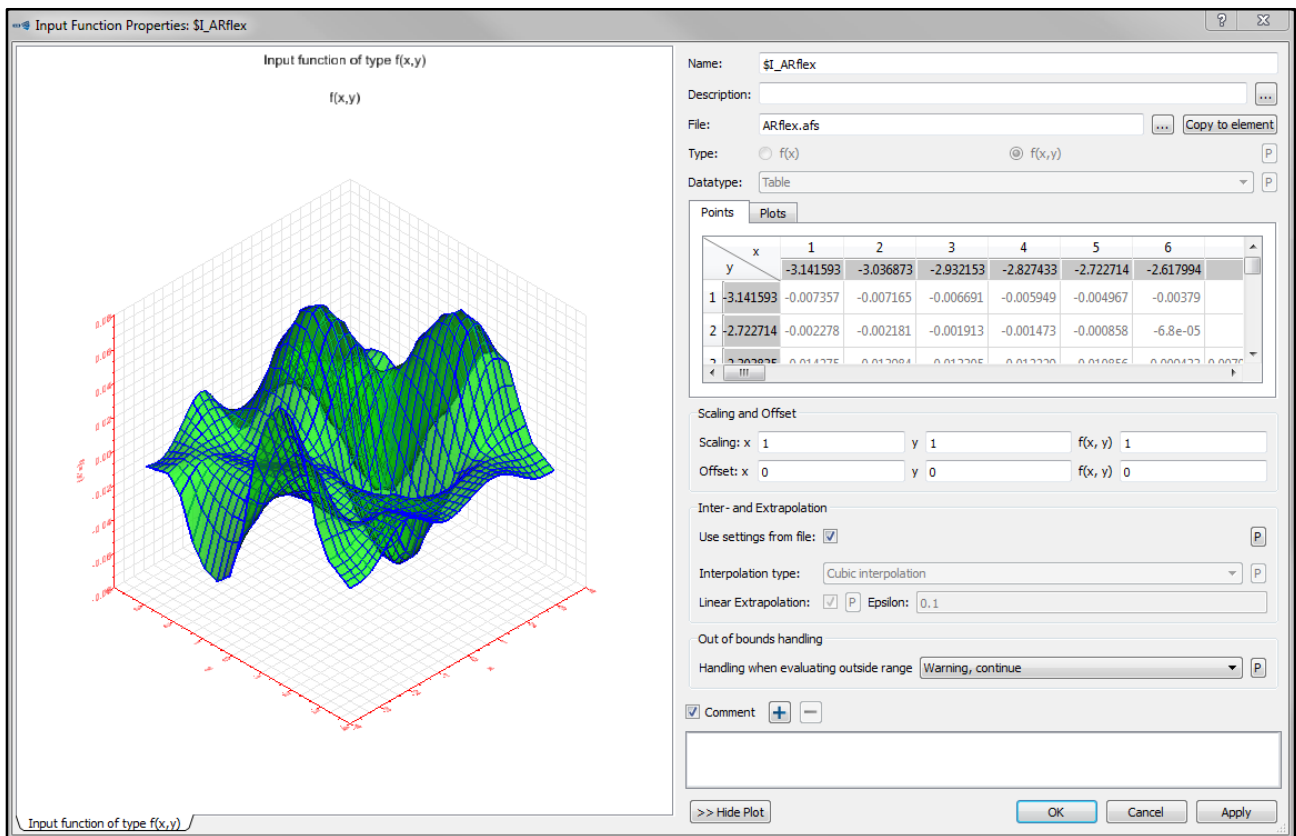


Abbildung 2: Grafische Benutzeroberfläche in Simpack für Input Functions

ANSYS

Die FE-Vorbereitung in ANSYS gliedert sich in zwei Schritte. Im ersten wird ein Referenzmodell mit starrer Umgebung gerechnet, im zweiten Schritt wird das Modell mit der interessierenden Umgebungsstruktur gerechnet. Dabei dürfen sich die Modelle des eigentlichen Lagers (Innen-, Außenring und Wälzkörper) bei beiden Berechnungsschritten nicht unterscheiden, da die Referenzrechnung dazu verwendet wird, die lokalen Kontaktverformungen aus der globalen Laufbahnverformung herauszurechnen. Daher sollte zuerst die Modellierung des Lagers erfolgen und anschließend auf dieser Basis die Umgebungsstruktur hinzugefügt werden.

Die Berechnungen selbst werden dann für verschiedene Lastangriffsrichtungen durchgeführt. Diese sollten möglichst den gesamten Lagerumfang umfassen. Die Winkelschritte zwischen den Berechnungen sollten möglichst $<30^\circ$ sein. Bei symmetrischen Umgebungen kann diese Symmetrie ausgenutzt werden, um Rechenzeit in der FE einzusparen.

Die Beispiel-FE-Modelle lassen sich in ANSYS aufrufen durch den Befehl „File -> Read Input from...“. Hier können die Dateien *Stehgehaeuse/01_Lastverteilung_Welle_starr_Gehaeuse_starr.ans* bzw. *Steif/Stehgehaeuse/01_Lastverteilung_Welle_starr_Gehaeuse_starr.ans* eingelesen werden. Der Modell Aufbau, die Vernetzung, die Randbedingungen, die Berechnungen und die Ausgabe in den Skripten automatisiert. Der Nutzer kann unter „Benutzereingaben“ in den jeweiligen Skriptdateien (*01_Lastverteilung_Welle_starr_Gehaeuse_starr.ans*, *01a_stehendesGH.ans*) die Lager- bzw.

Gehäusegeometrie und weitere Parameter anpassen. Die Beispielmuster stehen für ein starres Gehäuse (*SteifGH*) und ein stehendes Gehäuse (*StehendGH*) zur Verfügung.

MatLab

Die Auswertung der FE-Ergebnisse kann beispielsweise mit MatLab erfolgen. Ziel der Auswertung ist die Umwandlung der Verformungsergebnisse aus der FE in das Simpack-Kennfeldformat. Weiterhin sollte hier das Herausrechnen der Kontaktverformungen erfolgen.

Das MatLab-Beispielskript erlaubt die Auswertung der ANSYS-Ergebnisse der beigefügten ANSYS-Skripte. Hierzu werden die Knotenpositionen und -verschiebungen ausgelesen und daraus die Laufbahnverformung über den Lagerumfang berechnet. Diese werden dann mittels eines Splines interpoliert und als Simpack-Kennfelddatei ausgegeben (ARflex.afs).

Simpack

Zur Verwendung des flexiblen Außenrings muss in der GUI der Menüpunkt „Flexibler Außen-ring“ aktiviert werden und die Lagerbelastung FR,FE aus der FE-Berechnung im Feld „Kraft FE-Berechnung“ angegeben werden. Zusätzlich muss im Ordner, in dem das Lagermodell erstellt wird, eine Simpack-Kennfelddatei mit dem Namen „ARflex.afs“ liegen, in der das Verformungskennfeld des Lagers hinterlegt ist.