

Neues Finite-Elemente-Praktikum am Institut für Maschinenwesen

Mänz, T

Seit dem Wintersemester 2011/2012 wird am Institut für Maschinenwesen das Praktikum „Höhere FEM-Simulation mit ANSYS“ angeboten. Zusammen mit dem vor 4 Jahren überarbeiteten Praktikum „Einführung in die Benutzung der Finite Elemente Methode“ wird eine breites Wissen über die praktische Anwendung der Finite-Elemente-Berechnung vermittelt.



Since the winter semester 2011/2012 the Institute of Mechanical Engineering offers the practical “Higher FEM-Simulation with ANSYS”. In combination with the practical “Introduction to the use of Finite Element Method”, which was reworked in 2007, a broad knowledge for usage of Finite Element Method is imparted.

1 Einleitung

Die Finite-Elemente-Methode (FEM) ist ein seit Jahren weit verbreitetes Werkzeug zur Klärung verschiedener technischer Fragestellungen. Dabei reicht der Anwendungsbereich von mechanischen Untersuchung z. B. zur Vorhersage, ob ein Bauteil den Belastungen stand hält oder versagt, über thermische Berechnungen und Strömungssimulationen bis hin zu elektromagnetische Analysen. Diese Analysen können untereinander gekoppelt werden und fächern sich je nach Anwendungsbereich in sehr spezielle Problemstellungen auf.

Dementsprechend breit gefächert sind die Möglichkeiten der Software, aber auch die Anforderungen an den Nutzer. Die Vermittlung der praktischen und theoretischen Kenntnisse für die Bearbeitung solcher Aufgabenstellungen ist Ziel der beiden am IMW angebotenen Lehrveranstaltungen. Dabei wird der Fokus auf statische strukturelle mechanische Fragestellungen gerichtet, jedoch sind auch thermische und transiente Berechnungen Teil der Praktika.

2 Aufbau der Lehrveranstaltung

Zum Wintersemester 2007/2008 wurde das bisherige FEM-Praktikum komplett überarbeitet, um den Änderungen in der Bedienung der Software gerecht zu werden. Die intuitivere und benutzerfreundlichere Workbench-Oberfläche wurde nach und nach mit einem breiteren Funktionsumfang ausgestattet. Dadurch wurde der Einsatz in Forschung und Lehre ermöglicht. Die vereinfachte Bedienung erlaubt darüber hinaus einen schnellen Einstieg in die Finite-Elemente-Berechnung.

In dem darauf aufbauenden zweiten Teil des Praktikums, „Höhere FEM-Simulation mit ANSYS“, werden zusätzliche theoretische und praktische Kenntnisse vermittelt. Folgende Themen werden bearbeitet:

- Vernetzungsmethoden und Prüfung der Ergebnisse
- Einführung in ANSYS Classic
- Einführung in ANSYS Parametric Design Language (APDL)
- Transiente thermische Analyse
- Axial- und Spiegelsymmetrie
- Optimierung und Parametrisierung
- Submodeling
- Birth / Death
- Kopplung FEM mit MKS

Die einzelnen Beispiele werden zum einen in ANSYS Workbench umgesetzt, zum andern in ANSYS Classic. Der Vorteil ist, dass auch komplexere Berechnungen, die in der Workbench nicht oder nur mit großem händischen Aufwand möglich sind, durchgeführt werden können. Weiterhin werden in ANSYS Workbench viele Schritte automatisch im Hintergrund ausgeführt, um den Anwender zu entlasten und auch weniger erfahrenen Nutzern eine Berechnung zu ermöglichen. Viele Einstellungen und Vorgänge, die für die Interpretation der Ergebnisse unverzichtbar sind, können dadurch jedoch nicht mehr nachvollzogen werden. Da der Solver, also der Bereich in dem die Lösung des Modells durchgeführt wird, bei beiden Oberflächen identisch ist, kann dieses Wissen, das in ANSYS Classic erlernt wurde, direkt auf Berechnungen in der ANSYS Workbench übertragen werden.

Neben der Arbeit mit ANSYS werden auch Schnittstellen, zum Beispiel zu dem Optimierungsprogramm Tosca und der Mehrkörpersimulation aufgezeigt.

Die Bewertung der Studierenden erfolgt mittels einer Projektarbeit. Wesentliche Ziele sind die Modellbildung, also die Abstraktion des zu lösenden Problems, sowie die selbstständige Lösung des Problems unter Anwendung des im Praktikum vermittelten Wissens.

3 Organisation

In den ersten zwei Dritteln des Semesters werden die Studenten von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter sowie zwei erfahrenen Hilfswissenschaftlern betreut. In dieser Zeit werden die verschiedenen Übungsaufgaben bearbeitet. Die Betreuer beantworten Fragen und geben Ratschläge und weiterführende Informationen zu den verschiedenen Themen. Das letzte Drittel des Semesters ist für die Projektarbeit eingeplant. Durch die selbständige Bearbeitung können die Gruppen die Arbeitszeiten frei wählen. Dabei ist die Diskussion untereinander wesentlicher Bestandteil der Arbeit. Wie im späteren Berufsleben sind die Vorgehensweise und die Lösung der Aufgabe unbekannt. Diese müssen, basierend auf dem technischen Wissen, erarbeitet werden.

Da die Teilnehmerzahl im vergangenen Sommersemester erfreulich hoch war, wurden Lizenzen speziell für die FEM-Praktika angeschafft. Hierdurch wird sichergestellt, dass alle interessierten Studenten teilnehmen können. Um die Kosten, die durch Studierendenbeiträge und das IMW getragen werden, möglichst gering zu halten, wurde ein Lizenzmodell mit einer eingeschränkten Knoten- und Elementanzahl gewählt. Da die Rechenzeiten der einzelnen Übungen sehr gering sind, fällt dies jedoch nicht ins Gewicht. Insbesondere bei den Projektarbeiten ist diese zusätzliche Herausforderung an die Vernetzungsqualität und die Modellbildung als positiv anzusehen, da die Problematik begrenzter Rechenkapazitäten auch im späteren Berufsleben auftreten wird.

Als Teilnehmer kommen vor allem Studierende der Masterstudiengänge Maschinenbau und Mechatronik in Betracht sowie Studierende im Hauptstudium der auslaufenden Diplomstudiengänge Maschinenbau und Mechatronik. Voraussetzungen sind zum einen Grundkenntnisse in der Finite-Elemente-Berechnung sowie in der Anwendung von ANSYS, die zum Beispiel durch die Teilnahme am Praktikum „Einführung in die Benutzung der Finite Elemente Methode“ erworben werden können sowie grundlegende Programmierkenntnisse. Diese werden für die Programmierung mittels der ANSYS-eigenen Programmiersprache APDL benötigt. Darüber hinaus sind natürlich Kenntnisse in der technischen Mechanik, der Statik und der Festigkeitslehre nötig, um eine Interpretation der Ergebnisse durchführen zu können.

4 Zusammenfassung

Das seit dem Wintersemester 2011/2012 angebotene FEM-Praktikum „Höhere FEM-Simulation mit ANSYS“ vertieft die praktischen und theoretischen Kenntnisse der Studierenden bezüglich der Finite-Elemente-Berechnung mit ANSYS. Durch verschiedene Übungen sowie eine selbständig durchzuführende Projektarbeit erhalten die Studierenden des Maschinenbaus und der Mechatronik das notwendige Wissen, um technische Aufgabenstellungen abstrahieren, durchführen und interpretieren zu können.

5 Literatur

- /1/ Lohrengel, A.; Müller, N.: FE-Praktikum mit ANSYS: Einführung in die Benutzung der Finiten Elemente Methode, SS2011, IMW Clausthal 2011
- /2/ Lohrengel, A.; Müller, N.: FE-Praktikum mit ANSYS: FE Praktikum mit ANSYS: Höhere FEM-Simulation mit ANSYS, WS2011/2012, IMW Clausthal 2011