

6. Einführung in ANSYS

In diesem Kapitel werden grundlegende Simulationen beschrieben, die mit dem kommerziell erhältlichen Finiten-Elemente-Programm ANSYS durchgeführt wurden. Nicht nur die hier beschriebenen Beispiele können mit ANSYS simuliert werden, sondern darüber hinaus eine Vielzahl anderer, unterschiedlicher physikalisch-technischer Probleme:

In ANSYS besteht die Möglichkeit sowohl ein-, zwei- als auch dreidimensionale Simulationen durchzuführen. Dabei sind *stationäre* Rechnungen möglich, bei denen es nur auf den Endzustand des Systems ankommt, alle zeitabhängigen Effekte in den Modellgleichungen werden dann vernachlässigt. Demgegenüber gibt es die *transienten* Berechnung, die Analyse im Zeitbereich. Hierbei wird die dynamische Antwort eines Systems unter Einwirkung einer zeitlich veränderlichen Last bestimmt bzw. zeitdynamische Effekte berücksichtigt. Bei einer Frequenzganganalyse (*harmonic*-Analyse) hingegen werden die Systeme harmonisch mit einer vorgegebenen Frequenz angeregt und die Amplituden der Systemgrößen zu dieser Frequenz bestimmt. Bei der Modalanalyse (*modal*-Analyse) werden zu vorgegebenen Frequenzen oder einem bestimmten Frequenzband die Eigenschwingungsformen des Systems berechnet.

Mit ANSYS können unter anderem Strukturanalysen (Strukturmechanik), Temperaturberechnungen (thermische Probleme) einschließlich von Wärmestrahlung, Magnetfeldberechnungen, elektrische Felder auch gekoppelt elektrisch/thermisch, Elastizitätsprobleme, Viskosität, Kontaktrechnungen, Fluidanalysen und vieles mehr durchgeführt werden.

In diesem Kapitel werden wir grundlegende Simulationen mit ANSYS beschreiben. Das Ziel dieser elementaren Simulationen ist, die Vorgehensweise bei der Verwendung von ANSYS kennen zu lernen. Dabei sollen auch elementare Befehle eingeführt werden. Wir beschreiben sowohl die Methodik als auch die konkrete Umsetzung der Befehle mit ANSYS, indem wir die Menüführung im Detail angeben.

Wir gehen in der kompakten Beschreibung im Buch nicht auf die Fenster ein, die sich beim Ansteuern der Befehle automatisch öffnen, sondern zeigen in übersichtlicher Form den Verlauf einer Simulation mit ANSYS detailliert an.



Video-Unterstützung: Im Internet befindet sich auf der Homepage zum Buch zu jeder grundlegenden Simulation ein Video, das den Aufruf der einzelnen Befehle unter der graphischen Benutzeroberfläche von ANSYS dokumentiert. Insbesondere wird dabei aufgezeigt, welche Fenster sich unter ANSYS bei der Aktivierung der einzelnen Befehle öffnen und bei welchem Fenster dann die konkreten Eingaben erfolgen.

6.1 Die Benutzeroberfläche von ANSYS

In diesem Kapitel werden grundlegende Simulationen (elektrostatisch, thermisch, mechanisch und magnetisch) mit ANSYS beschrieben. Wir beschränken uns hauptsächlich auf statische, zweidimensionale Probleme. Die Struktur einer Simulation mit ANSYS besteht unabhängig von der konkreten physikalisch-technischen Problemstellung im Wesentlichen aus drei Bereichen:

Preprocessor: Die Aufgabe des Preprocessors ist das Berechnungsgebiet zu erfassen, die Gitterstruktur zu definieren und anschließend das Gitter zu erzeugen, welches für die Berechnung herangezogen werden soll. Dabei ist zu beachten, dass schon bei der Vernetzung bekannt sein muss, welche Effekte bei der Simulation berücksichtigt werden müssen. Denn jeder physikalische Effekt besitzt einen eigenen *Element Type*, der im Preprocessor definiert wird. Sind gekoppelte Rechnungen durchzuführen, so muss z.B. bei einer thermischen Simulation ein Flächenelement im Innern mit einem Strahlungselement an der Oberfläche gekoppelt werden.

Solution: Im Solution-Teil werden die Randbedingungen an den inneren und äußeren Rändern festgelegt. Nach der Spezifikation der Randbedingungen erfolgt die Berechnung der Lösung an den Gitterpunkten.

Postprocessor: Die Ergebnisse der Rechnung werden im Postprocessor in Form von Tabellen oder Graphiken dargestellt. Hier können Systemgrößen wie z.B. das elektrische Feld aus den Potenzialwerten berechnet und graphisch dargestellt werden.

Nach dem Start von ANSYS erhält man die graphische Benutzeroberfläche, wie sie in Abbildung 6.1 zu sehen ist. Sie besteht im Wesentlichen aus sechs Bereichen:

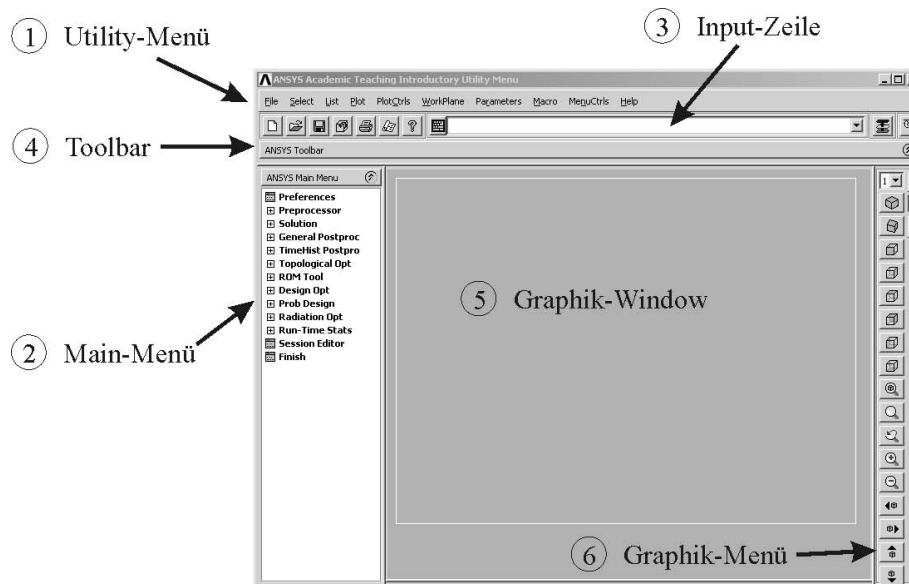


Abb. 6.1. Benutzeroberfläche von ANSYS.

- ① **Utility-Menü:** enthält Funktionen, die während der gesamten Laufzeit von ANSYS zu Verfügung stehen, wie z.B. Dateikommandos, graphische Operationen, Auswahl von Elementen, Linien, Flächen usw.
- ② **Main-Menü:** enthält die ANSYS-Befehle, die interaktiv angesteuert werden (Preprocessor, Solution-Teil, Postprocessor, ...).
- ③ **Input-Zeile:** In der Input-Zeile können ANSYS-Befehle direkt eingegeben werden.
- ④ **Toolbar:** enthält häufig verwendete ANSYS-Befehle.
- ⑤ **Graphik-Window:** Graphikausgabe von ANSYS.
- ⑥ **Graphik-Menü:** Interaktive Manipulation der Graphik wie z.B. Rotation, Zoom oder Verschieben.

Output-Window: Separates Ausgabefenster von ANSYS. Hier erfolgt eine Ausgabe in Form von Text sowie die Dokumentation der ausgeführten Befehle.

Wir verwenden bei den folgenden Simulationen hauptsächlich das Main-Menü (siehe Abbildung 6.2). Alle Unterpunkte im Main-Menü lassen sich durch einen Mausklick mit der linken Taste auf den Namen oder auf öffnen. Durch erneuten Mausklick auf wird der Menüpunkt wieder geschlossen. Steuert man den Preprocessor an, erhält man eine Übersicht über die zum Preprocessor gehörenden Unterpunkte: z.B. *Element Type* zum Festlegen des physikalischen Problems, *Material Props* um die Materialkonstanten zu definieren, *Modeling* zur Erfassung des Gebietes, *Meshing* zum Vernetzen des Berechnungsgebietes usw.

Konventionen der Darstellung: In der folgenden Darstellung steht ↓ für das Anklicken der jeweiligen Option bzw. ↓↓ für ein Doppelklicken. Mit ↔ wird symbolisiert, dass sich ein neues Fenster öffnet, in dem weitere Spezifikationen vorgenommen werden können. ... bedeutet, dass sich auf der aktuellen Ebene weitere Befehle anschließen. Die Fenster, die sich gegebenenfalls öffnen, werden nicht explizit hier im Text abgebildet. Die Abfolge der Menüführung ist für jede der grundlegenden Simulationen durch ein Video ausführlich dokumentiert (siehe Homepage zum Buch). Die geöffneten Fenster werden in der Regel durch Klicken von OK oder im Fenster rechts oben wieder geschlossen.

Am Seitenrand sind die ANSYS-Befehle angegeben, die durch die Menüführung angesteuert werden. Diese Befehle können auch direkt in die Input-Zeile eingegeben und ausgeführt werden. Die ANSYS-Hilfe gibt Auskunft über die Argumente der Befehle.

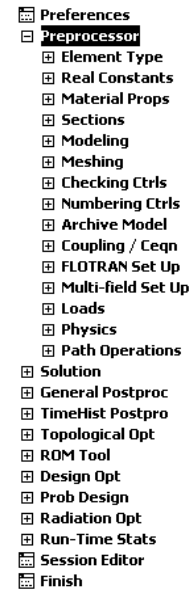


Abb. 6.2. Main-Menü.