

## Einführung

Die Methode der Finiten Elemente gewinnt immer mehr an Popularität, da mathematisch geschlossene Lösungen nur für geometrisch einfache Problemstellungen möglich sind. Auch komplexe stukturmechanische Probleme können mit der FEM komfortabel und schnell gelöst werden. Jedoch sprechen nicht zuletzt auch strenger werdende Bauvorschriften und bauökonomische Vorgaben für diese Berechnungsart.

## Problemstellung

Stand der Technik ist es, ein Problem stark zu vereinfachen um eine erste grobe Lösung für ein Problem zu erhalten. In einem zweiten Schritt werden dann Teile der Struktur genauer betrachtet. Hierzu wird ein genaueres Modell gewählt.

So wird zum Beispiel für eine erste Berechnung ein Balkenmodell und anschließend für eine zweite genauere Berechnungsstufe bestimmter Teilbereiche ein Schalenmodell verwendet.

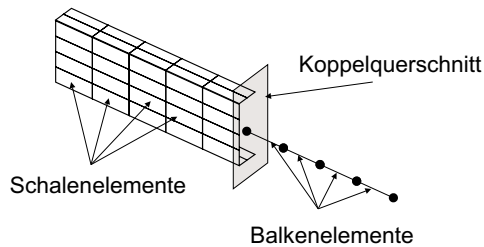


Abb. 1: Elementübergang

Für eine solche einstufige Berechnung soll ein Elementübergang gefunden werden, damit eine Diskretisierung direkt am Ausgangssystem durchgeführt werden kann.

## Inkompatibilitäten

Bei einem Übergang von einem einfachen Modell zu einem Modell höherer Ordnung, sind verschiedene Probleme zu beachten. So müssen vor allem die Anzahl der Knotenfreiheitsgrade beider Modelle übereinstimmen.

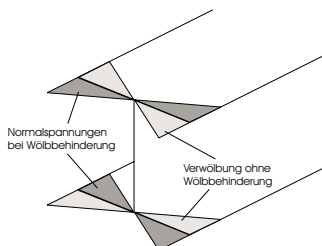


Abb. 2: Inkompatibilitäten

Aber auch belastungsbedingte Inkompatibilitäten rufen Probleme hervor. Vor allem bei Torsionsbelastung treten für gewöhnlich starke Verwölbungen der Querschnitte auf. Werden diese behindert, so entstehen starke Störspannungen, die sogenannten Wölbnormalspannungen. Diese Bewegungen des Querschnittes sollten also möglichst nicht behindert werden.

## Ansys 5.4

Bei der Verwendung von Ansys muss der Anwender besonders auf die Kompatibilität der gewählten Elemente achten. Es existiert hier eine Sammlung von über 100 verschiedenen Elementen.

Für einen Übergang von einem Modell zu einem der nächst höheren Ordnung kommen die folgenden Varianten in Frage:

Ansys ©	Wirkung
CERIG	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definiert eine Starrkörperumgebung</li> <li>alle Querschnittsverformungen werden unterdrückt</li> </ul>
CP	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kopplung einzelner Freiheitsgrade</li> <li>Wirkung wie CERIG</li> <li>Anwendung z.B. bei Momentengelenken</li> </ul>
CE	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definition linearer Gleichungen zwischen verschiedenen Freiheitsgraden</li> <li>Übergang z.B. im 2D-Raum zwischen verschiedenen Modellvarianten</li> </ul>

Bei allen durchgeführten Versuchen, war CERIG die sinnvollste Lösungsmöglichkeit. Es treten jedoch starke Störspannungen, v.a. bei Torsionsbelastung auf, welche die Ergebnisse verfälschen.

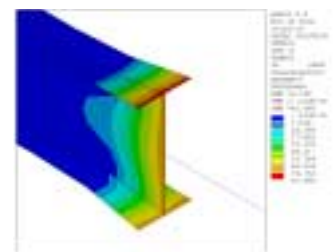


Abb. 3: Zugversuch

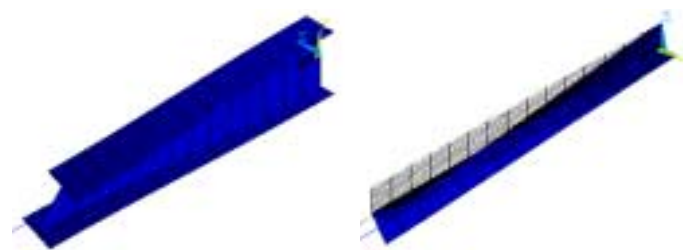


Abb. 4: Torsionsversuch