# M_11 - FEM in der Strukturmechanik: Theorie

# M_11 - FEM for Structures: Theory

| Allgemeine Informationen | |
|---|---|
| **Modulkürzel oder Nummer** | M_11 |
| **Eindeutige Bezeichnung** | FStruktMechT-01-MA-M |
| **Modulverantwortlich(e)** | Prof. Dr.- Moldenhauer, Patrick (patrick.moldenhauer@haw-kiel.de) |
| **Lehrperson(en)** | Prof. Dr.- Moldenhauer, Patrick (patrick.moldenhauer@haw-kiel.de) |
| **Wird angeboten zum** | Wintersemester 2026/27 |
| **Moduldauer** | 1 Fachsemester |
| **Angebotsfrequenz** | Regelmäßig |
| **Angebotsturnus** | In der Regel im Wintersemester |
| **Lehrsprache** | Deutsch |
| **Empfohlen für internationale Studierende** | Nein |
| **Ist als Wahlmodul auch für andere Studiengänge freigegeben (ggf. Interdisziplinäres Modulangebot - IDL)** | Nein |

| Studiengänge und Art des Moduls (gemäß Prüfungsordnung) |
|---|
| Studiengang: M.Eng. - MB - Maschinenbau<br>Modulart: Wahlmodul<br>Fachsemester: 1 |
| Studiengang: M.Eng. - SB - Schiffbau und Maritime Technik (4 Sem.)<br>Modulart: Wahlmodul<br>Fachsemester: 1 |

| Kompetenzen / Lernergebnisse |
|---|
| *Kompetenzbereiche: Wissen und Verstehen; Einsatz, Anwendung und Erzeugung von Wissen; Kommunikation und Kooperation; Wissenschaftliches Selbstverständnis/Professionalität.* |

Das Modul „FEM in der Strukturmechanik: Theorie" bildet die zwingend notwendigen Grundlagen, um rechnergestützte Finite-Elemente-Analysen sinnvoll durchführen, verstehen und kritisch hinterfragen zu können. Die Kursteilnehmenden lernen zunächst die Hintergründe zur Entstehung der Finite-Elemente-Methode (FEM) kennen und werden für die Sinnhaftigkeit sowie mögliche Tücken von FEM-Berechnungen sensibilisiert.
Die Studierenden sind mit dem sog. Prinzip vom Minimum der potentiellen Energie vertraut. Hierauf aufbauend können sie die innere und äußere Energie der Elemente Feder, Stab und Balken selbständig berechnen. Auf Basis des Prinzips vom Minimum der potentiellen Energie sind die Studierenden in der Lage, eigenständig die Steifigkeitsmatrizen für die Grundelemente Stab und Balken aufzustellen und entsprechend belastete mehrteilige mechanische Systeme mit Hilfe von Drehtransformations- sowie Koinzidenzmatrizen zu berechnen. Knoten-Ersatzlasten für Streckenlasten können formuliert und angewendet werden.
Die Teilnehmenden können selbständig die Randbedingungen mechanischer Systeme in die Systemgleichung integrieren und mit Hilfe der Lösungsmethoden linearer Gleichungssysteme nach den gesuchten unbekannten Verschiebungen auflösen.
Auf Basis der linearen Elastizitätstheorie sind die Studierenden dazu befähigt, das Prinzip vom Minimum der potentiellen Energie auf 2D- und 3D-Elemente anzuwenden, indem sie entsprechende Formfunktionen aufstellen und in die allgemeinen Energieausdrücke einsetzen. Dies wird exemplarisch ausführlich für das zweidimensionale 4-Knoten-Scheibenelement durchgeführt.
Die Kursteilnehmenden können über statische Problemstellungen hinaus durch die Einbindung der Trägheits- und Dämpfungswirkungen dynamische Aufgaben beschreiben und lösen. Sie lernen Methoden zum Aufstellen der Massenmatrix sowie die verschiedenen Arten von Strukturdämpfung und deren Implementierung in die FEM. Auf diese Grundlage können im Rahmen einer Modalanalyse die Eigenfrequenzen- und Formen eines FEM-Modells berechnet und interpretiert werden.
Zur Behandlung nichtlinearer Fragestellungen können sind die Studierenden in der Lage, Nichtlinearitäten in Form von Geometrie-, Material- sowie Kontaktnichtlinearitäten zu benennen und auf unbekannte Probleme sinnvoll anzuwenden. Hierzu können sie die Möglichkeiten nichtlinearer Lösungsverfahren wiedergeben.
Nach Abschluss der Lehrveranstaltung können die Studierenden, unabhängig von einem Programmsystem, den typischen Ablauf einer FEM-Berechnung wiedergeben, eigenständig geeignete Annahmen zur Modellierung treffen, entsprechende Elemente auswählen, realitätsnahe Randbedingungen definieren und die Ergebnisse kritisch hinterfragen.

Für das Verständnis der Inhalte ist die Teilnahme am teilweise parallel laufenden Mathematik-, Kontinuumsmechanik- sowie „Programmieren numerischer Methoden"-Modul sinnvoll.

## Angaben zum Inhalt

| | |
|---|---|
| **Lehrinhalte** | 1. Einleitung<br>2. Prinzip vom Minimum der potentiellen Energie<br>3. Ebene Stabwerke<br>4. Ebene Balkentragwerke<br>5. Grundlagen der linearen Elastizitätstheorie<br>6. Behandlung allgemeiner Elemente<br>7. Dynamische Betrachtungen<br>8. Nichtlinearitäten<br>9. Freiheitsgradreduktion |
| **Literatur** | Skript<br>Klein, Bernd FEM, Grundlagen und Anwendung der Finite-Elemente-Methode Vieweg-Verlag |

| Lehrformen der Lehrveranstaltungen | |
|---|---|
| **Lehrform** | **SWS** |
| Lehrvortrag | 4 |

| Arbeitsaufwand | |
|---|---|
| **Anzahl der SWS** | 4 SWS |
| **Leistungspunkte** | 5,00 Leistungspunkte |
| **Präsenzzeit** | 48 Stunden |
| **Selbststudium** | 102 Stunden |

| Modulprüfungsleistung | |
|---|---|
| **Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung gemäß PO** | Keine |
| **M_11 - Klausur** | Prüfungsform: Klausur<br>Dauer: 120 Minuten<br>Gewichtung: 100%<br>wird angerechnet gem. § 11 Absatz 2 PVO: Nein<br>Benotet: Ja |