Modulbeschrieb

Partielle Differentialgleichungen in den Ingenieurwissenschaften

Allgemeine Informationen

Anzahl ECTS-Credits

3

Modulkürzel

FTP_PartDiff

Version

19.02.2015

Modulverantwortliche/r

Andreas Müller, FHO

Sprache

	Lausanne	Bern	Zürich
Unterricht	☐ E ☒ F	☐ D ☐ E ☐ F	☒ D ☐ E
Unterlagen	☐ E ☒ F	☐ D ☐ E ☐ F	☒ D ☐ E
Prüfung	☐ E ☒ F	☐ D ☐ E ☐ F	☒ D ☐ E

Modulkategorie

☒ Erweiterte theoretische Grundlagen

☐ Technisch-wissenschaftliche Vertiefung

☐ Kontextmodule

Lektionen

☒ 2 Vorlesungslektionen und 1 Übungslektion pro Woche

☐ 2 Vorlesungslektionen pro Woche

Kurzbeschreibung /Absicht und Inhalt des Moduls in einigen Sätzen erklären

Grundlagen der theoretischen und numerischen Behandlung für die Ingenieurwissenschaften relevanter, partieller Differentialgleichungen.

Ziele, Inhalt und Methoden

Lernziele, zu erwerbende Kompetenzen

Die Studierenden kennen die grundlegenden geometrischen, analytischen und numerischen Aspekte partieller Differentialgleichungen und besitzen einerseits das elementare Rüstzeug zum erfolgreichen Umgang mit partiellen Differentialgleichungen im Engineering-Umfeld und andererseits eine Sammlung von Leitbeispielen, welche eine Vertiefung der Theorie erleichtert.

Modulinhalt mit Gewichtung der Lehrinhalte

1: Theorie der partiellen Differentialgleichungen

1. Von den gewöhnlichen zu den partiellen Differentialgleichungen: drei Beispiele aus den Anwendungen: Wellengleichung, Laplace-Gleichung und Wärmeleitungsgleichung. Darstellung in kartesischen Koordinaten und Polarkoordinaten.
   Ziel: Verständnis dafür, wie in den Anwendungen partielle Differentialgleichungen auf natürliche Weise auftreten.
- Analytische Lösung mit der Separationsmethode an ausgewählten Beispielen. Ziele:
- Erkennen, dass für die Festlegung der Lösung Anfangs- und Randbedingungen vorgegeben werden müssen. Diskussion von Dirichlet und Neumann Randbedinungen.
- Eine Sammlung von Beispielen schaffen, mit denen die nachfolgenden theoretischen Überlegungen veranschaulicht werden können.

2. Partielle Differentialgleichungen erster Ordnung, Charakteristiken
3. Lösung mit der Separationsmethode
4. Lösungen mit Laplace- und Fourier-Transformation
5. Elliptische Differentialgleichung am Beispiel Laplace-Gleichung, Poisson-Formel, Maximum-Prinzip, Eindeutigkeit der Lösung.
6. Parabolische Differentialgleichungen am Beispiel der Wärmeleitungsgleichung, Maximum-Prinzip, Kernfunktion
7. Hyperbolische Differentialgleichungen am Beispiel der Wellengleichung, d'Alembert-Lösungen, Methode der

Charakteristiken.

Teil 2: Numerik partieller Differentialgleichungen

1. Analyse von Finite Differenzen Methoden am Exempel Zweipunktrandwertproblem:

- Konditionsanalyse
- Stabilitätsanalyse
- Konvergenzanalyse

Analyse von Finite Differenzen Methoden am Modellproblem Transportgleichung.
Ziel ist die Veranschaulichung einiger zentraler Ideen und Begriffe der Analyse numerischer Verfahren im Allgemeinen und finiter Differenzen im Besonderen.

2. Finite Volumen Methoden am Modellproblem Poisson-Gleichung:

- Beispiel eines zellenzentrierten finiten Volumen-Differenzenverfahrens
- Beispiel eines knotenzentrierten finiten Volumen-Elementverfahrens
- Exemplarisches zu Navier-Stokes

3. Randelementmethode am Modellproblem Laplace-Gleichung

Ziel ist die Schaffung einer Sammlung von numerischen Methoden, welche die Breite der Approximationsansätze veranschaulicht.

4. Finite Elemente Methode am Modellproblem Stationäre Wärmeleitung:

- Differentielle, variationelle und integrale Formulierungen
- Globale und lokale Ansatzfunktionen
- Elemente und Elementtypen

Eine generelle Sichtweise: gewichtete Residuen.
Ziel ist eine konzise Einführung in die Methodik finiter Elemente.

5. Die Problematiken Finiter Elemente Methoden am Modellproblem Balkengleichung:

Hierzu einige Lösungsstrategien und deren numerischer Hintergrund:

- p-Strategien
- h-Strategien
- r-Strategien

Exemplarische Einführung in die Schrittweitensteuerung
Ziel ist die Veranschaulichung der Grenzen der Methodik finiter Elemente.

6. Finite Elemente Methode am Modellproblem Instationäre Wärmeleitung:

- Semidiskrete Schemata
- Vollständig Diskrete Schemata

Eigenwertbestimmung durch Finite Elemente am Modellproblem Balkenschwingungsgleichung.
Ziel ist die Darstellung weiterer Anwendungsgebiete der Finiten Elemente Methode.

Dieses Modul hat nicht zum Ziel, die Benutzung oder Anwendung irgendeiner Software zur Behandlung partieller Differentialgleichungen zu vermitteln. Vielmehr geht es darum, die Grundlagen zu deren erfolgreichem Einsatz zu lehren. Die Studierenden sollen in die Lage versetzt werden, die verschiedenen Möglichkeiten einer solchen Software und ihre Konsequenzen für die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der gefunden Lösung zu verstehen.

Voraussetzungen, Vorkenntnisse, Eingangskompetenzen

Der Kurs vertieft und verbindet aus dem Bachelor-Studium bekannte mathematische Theorien, insbesondere die Lineare Algebra, Analyis und die Numerik. Entsprechende Kenntnisse werden vorausgesetzt, genauer:

Lineare Algebra: Gleichungssysteme, Matrizen, numerische Verfahren

Analysis: partielle Ableitungen, Gradient, Begriff der gewöhnlichen Differentialgleichung, lineare Differentialgleichungen, separierbare Differentialgleichungen, Begriff der Fourier- Reihe

Leistungsbewertung

Zulassungsbedingungen für die Modulschlussprüfung (Testatbedingungen)

keine

Schriftliche Modulschlussprüfung

Prüfungsdauer :	120 Minuten
Erlaubte Hilfsmittel:	Zusammenfassung je 10 A4-Seiten für jeden Teil, Taschenrechner