

Algorithmische Mathematik und Programmieren

Martin Lanser

Universität zu Köln

WS 2016/2017



Organisatorisches

Ablauf der Vorlesung und der Übungen

Termine

Vorlesung: Mi. 08:00 - 09:30 Uhr
im Hörsaal B des Hörsaalgebäudes

Übungen: Di. 08:00 - 09:30 Uhr, Cohn-Vossen Raum im MI
Mi. 10:00 - 11:30 Uhr, S232 im COPT
Mi. 14:00 - 15:30 Uhr, S231 im COPT
Mi. 16:00 - 17:30 Uhr, S234 im COPT
Do. 14:00 - 15:30 Uhr, S232 im COPT
Do. 16:00 - 17:30 Uhr, S1 im MI

Beginn der Übungen: Di. 25.10.2016

Info: In der zweiten Vorlesungswoche findet in den
Übungen eine **matlab** Fragestunde statt.

Ablauf der Vorlesung und der Übungen

Übungsblätter

Ausgabe: wöchentlich im Internet

Abgabe: Theorieaufgaben schriftlich im entsprechenden Kasten in Raum 3.01 des Mathematischen Instituts, Programmieraufgaben per E-Mail an Übungsleiter, weitere Hinweise auf der Homepage und in den Übungen

Sprechstunde

M. Lanser: Mi. 10:00 - 11:00 Uhr in Raum 0.11 des Math. Inst.

Weitere Informationen auf der Homepage

<http://www.numerik.uni-koeln.de/15189.html>

Erwerb der Leistungspunkte

Klausur am Ende des Wintersemesters (Termin bald bekannt)

Zulassungsvoraussetzungen zur Klausur

- 50% erreichte Übungspunkte
- alle Programmieraufgaben erfolgreich bearbeitet
- Vorrechnen einer eigenen Lösung

Hinweis: Die Programmieraufgaben werden bepunktet, um ein entsprechendes Feedback zu geben, gehen aber nicht in die Gesamtpunktzahl ein, d. h. sie sind von der 50% Grenze entkoppelt.

Und jetzt zu interessanteren Dingen...

Was ist Numerische/Algorithmische Mathematik?

- Teilgebiet der **Angewandten Mathematik**
- Es werden **Algorithmen zur approximativen Lösung** mathematischer Probleme...
 - entwickelt
 - mathematisch analysiert (z.B. Fehleranalyse)
 - effizient implementiert
- Die Probleme stammen aus...
 - der Mathematik selbst
 - Physik, Chemie, Biologie, Medizin, Wirtschaftswissenschaften, Maschinenbau etc.

Was ist Numerische/Algorithmische Mathematik?

- Welche Ziele hat man bei der Algorithmenentwicklung?
 - Die durch den Algorithmus berechnete **Näherungslösung** sollte hinreichend nahe an der realen (ggf. unbekannt) Lösung liegen
 - Die Lösung sollte möglichst **schnell** vorliegen
 - Der Algorithmus sollte **zuverlässig** sein
 - Der Algorithmus sollte **effizient** sein
- Welche Rahmenbedingungen muss man erfüllen?
 - Die begrenzende Ressource ist zumeist der zur Verfügung stehende Computer
 - Manchmal ist es aber auch zeitkritisch: z. B. die Wettervorhersage
- In dieser Vorlesung genügt jedoch jeder beliebige Laptop oder PC und MATLAB.

Von einem Problem in der Realität zur numerischen Lösung

- **Modellierung**

- Suche nach einer **mathematischen Abbildung** eines Problems aus der Realität (Physik, Chemie, etc.)
- Sammeln der dazu nötigen Daten
- Herleitung eines Modells \Rightarrow Differentialgleichung, nichtlinearer Gleichung oder linearer Gleichung

- **Theorie**

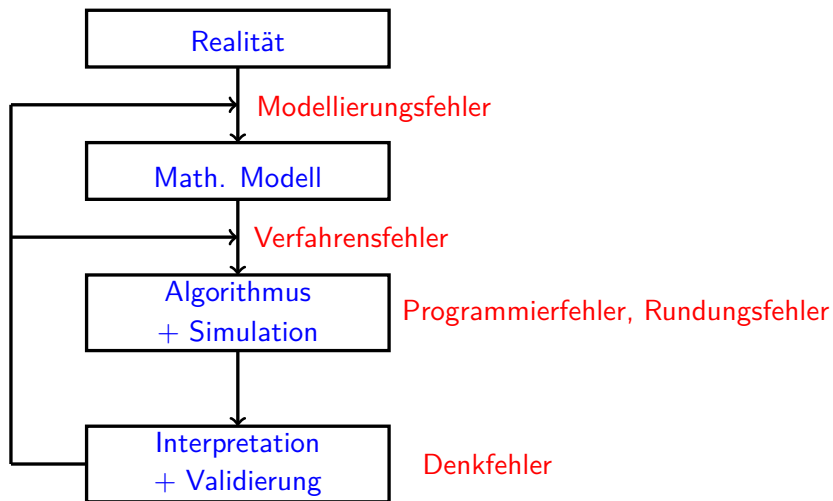
- Theoretische Untersuchung des Modells:
- Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen
- Abhängigkeit der Lösungen von Messdaten

Von einem Problem in der Realität zur numerischen Lösung

- **Numerik**
 - **Entwicklung,**
 - **Analyse**
 - und **Implementierung** von Algorithmen zur Lösung des Problems
 - Durchführung einer Simulation auf einem Computer (vom Home-PC bis zum Großrechner)
- **Validierung**
 - **Darstellung** der Simulationsergebnisse
 - **Analyse** der Ergebnisse
 - ggf. führt dies zu Änderungen der Algorithmen oder sogar des Modells

Von einem Problem in der Realität zur numerischen Lösung

- Stationen und Fehlerquellen



Themen dieser Vorlesung

- **Themen:**
 - Numerische Lösung **nichtlinearer Gleichungen**
 - Numerische Lösung **linearer Gleichungssysteme**
 - **Fehleranalyse, Maschinengenauigkeit, IEEE-Arithmetik**
- Zu jedem der Themen oder Grundaufgaben betrachten wir:
 - **Entwicklung und Umsetzung (in MATLAB)** eines Algorithmus zur Lösung der Grundaufgabe
 - **Mathematische Analyse:** Beweis, dass der Algorithmus die Aufgabe auch löst
 - **Fehlerkontrolle**

Weitere Themen der Numerik

- **Approximation von Funktionen** z.B. durch Polynome (Thema in "Numerische Mathematik I")
- **Approximation von Eigenwerten** (Thema in "Numerische Mathematik I")
- **Numerische Integration und Differentiation** (Thema in "Numerische Mathematik I")
- **Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen** (Thema in "Numerische Mathematik I")
- **Numerische Lösung partieller Differentialgleichungen** (Thema in "Numerik partieller DGL I und II")

Literatur

- ▶ A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri.
Numerische Mathematik I und II.
Springer, 2002.
- ▶ F. Bornemann.
Numerische lineare Algebra - Eine konzise Einführung mit
MATLAB und Julia.
Springer Studium Mathematik, 2016.
- ▶ R. W. Freund, R. H. W. Hoppe
Stoer/Bulirsch: Numerische Mathematik I
z.B. 10. Auflage., Springer, 2007

Kurze MATLAB Einführung

- MATLAB ist ein interaktives Programm zur effizienten Durchführung von Matrixoperationen
- MATLAB ist kommerziell
- Für Studierende der Uni zu Köln allerdings kostenlos nutzbar
 - <http://rrzk.uni-koeln.de/matlab-studis.html>
- Ist auch auf den Rechnern in der Datenstation im MI installiert
- Für Details: siehe MATLAB Einführung auf Homepage zur Vorlesung