

Wahlpflichtveranstaltungen im Bereich Numerik B.Sc. (Techno-)Mathematik, WiSe 26/27

Ansprechpartner: Raphael Gerlach, Sören von der Gracht,
Balász Kovács, Sofya Maslovskaya, Sina Ober-Blöbaum

Semester	FS	Veranstaltung	SWS
WiSe 26/27	B.Sc. 3	Numerik 1 (NN)	4+2
	B.Sc. 5	Numerik 2 (Gerlach)	4+2
	B.Sc. 5 & LA M.Sc.	Populations- und Spieldynamik (Seminar, von der Gracht)	2
	B.Sc. 5	Matrix-Näherungspobleme und Eigenwertoptimierung (Seminar, Kovács)	2

Semester	FS	Veranstaltung	SWS
WiSe 26/27	M.Sc.	Geometrische numerische Integration (Ober-Blöbaum)	2+1
	M.Sc.	Numerik für zeitabhängige PDEs (Kovács)	4+2
	M.Sc.	Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen (von der Gracht)	2+1
	M.Sc.	Machine Learning in Modern Dynamical Systems (Seminar, Maslovskaya & Ober-Blöbaum)	2

Angewandte Mathematik und Numerik: Ausblick

Semester	FS	Veranstaltung	SWS
SoSe 27	B.Sc. 4	Algorithmen für Optimierung und Dynamische Systeme (NN)	4+2
	B.Sc / M.Sc	Seminar TBA (Ober-Blöbaum)	2
	M.Sc.	(vorr.) Optimale Steuerung (Sina Ober-Blöbaum)	4+2
	M.Sc.	Numerik für geometrische PDEs und Flüsse <i>oder</i> Mathematische Grundlagen von Quantenalgorithmen (Kovács)	4+2
	M.Sc.	Mathematisches Praktikum (Gerlach & Ober-Blöbaum)	
	M.Sc.	Seminar TBA (Kovács)	2

Vorlesung: Numerik 2 (4+2 SWS)

- Dozent: Dr. Raphael Gerlach
- Semester: WiSe 26/27, wird jährlich angeboten
- Zielgruppe: B.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik 1
- Inhalt: Numerische Behandlung von (i) großen linearen Gleichungssystemen, (ii) Eigenwertproblemen und (iii) steifen gewöhnliche Differentialgleichungen

Anmerkungen:

- Oft Voraussetzung alle folgenden Veranstaltungen im Bereich Angewandte Mathematik und Numerik (Bachelor und Master)
- Ideale Voraussetzung für die Bachelorarbeit

Seminar: Populations- und Spieldynamik (2 SWS)

- Dozent: Sören von der Gracht
- Semester: WiSe 26/27, wird einmalig angeboten
- Zielgruppe: B.Sc. (Techno-)Mathematik 5. Semester
- Voraussetzungen: Numerik 1 hilfreich, aber nicht zwingend
- Inhalt: logistisches Wachstum, Lotka-Volterra Systeme, evolutionäre Spiele, Spielstrategien

Anmerkungen:

- Aufbauend auf die Veranstaltung können Bachelorarbeiten vergeben werden.

Seminar: Matrix-Näherungsprobleme und Eigenwertoptimierung

Literatur:

- Guglielmi & Lubich: Matrix nearness problems and eigenvalue optimisation (2026+)

Themengebiete:

- Eigenwertoptimierung
- Pseudospektrum: Definition und Berechnung
- Matrix-Näherungsprobleme
- ...

Ziel: algorithmische Verständniss von Matrix-Näherungsprobleme.

Vorlesung: Geometrische numerische Integration (2+1 SWS)

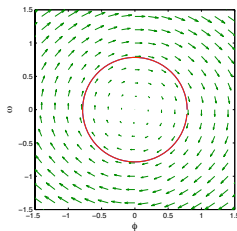
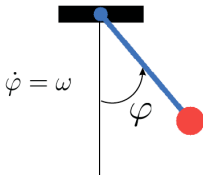
- Dozent: Prof. Dr. Sina Ober-Blöbaum
- Semester: WiSe 26/27, wird alle 1-2 Jahre angeboten
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik 1, Numerik 2 wünschenswert
- Inhalt: Verfahren zur Numerischen Integration gewöhnlicher Differentialgleichungen, Runge-Kutta und Kollokationsverfahren, Erhaltung erster Integrale, Symplektische Integration von Hamilton- und Lagrange-Systemen, Fehleranalyse

Anmerkungen:

- Ideale Voraussetzung für die Masterarbeit

Was ist Strukturierung?

- Pendel: $\dot{\varphi} = \omega$, $\dot{\omega} = -\sin(\varphi)$
- $\dot{x} = f(x)$ mit $x = (\varphi, \omega)$ und $f(x) = \begin{pmatrix} \omega \\ -\sin(\varphi) \end{pmatrix}$
- Lösung im Phasenraum (ϕ, ω)
(konstantes Energieniveau entlang der Lösung)



expliziter Euler

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h\omega_k$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - h \sin \varphi_k$$

symplektischer Euler

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h\omega_k$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - h \sin \varphi_{k+1}$$

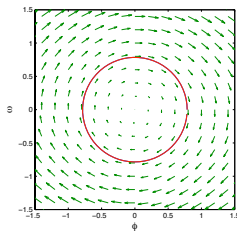
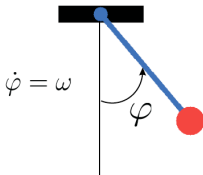
impliziter Euler

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h\omega_{k+1}$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - h \sin \varphi_{k+1}$$

Was ist Strukturserhaltung?

- Pendel: $\dot{\varphi} = \omega$, $\dot{\omega} = -\sin(\varphi)$
- $\dot{x} = f(x)$ mit $x = (\varphi, \omega)$ und $f(x) = \begin{pmatrix} \omega \\ -\sin(\varphi) \end{pmatrix}$
- Lösung im Phasenraum (ϕ, ω)
(konstantes Energieniveau entlang der Lösung)



expliziter Euler

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h\omega_k$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - h \sin \varphi_k$$

symplektischer Euler

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h\omega_k$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - h \sin \varphi_{k+1}$$

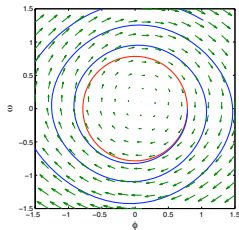
impliziter Euler

$$\varphi_{k+1} = \varphi_k + h\omega_{k+1}$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - h \sin \varphi_{k+1}$$

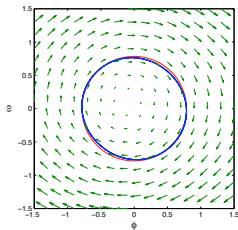
Was ist Strukturierung?

- Pendel: $\dot{\varphi} = \omega$, $\dot{\omega} = -\sin(\varphi)$
- $\dot{x} = f(x)$ mit $x = (\varphi, \omega)$ und $f(x) = \begin{pmatrix} \omega \\ -\sin(\varphi) \end{pmatrix}$
- Lösung im Phasenraum (ϕ, ω) (konstantes Energieniveau entlang der Lösung)



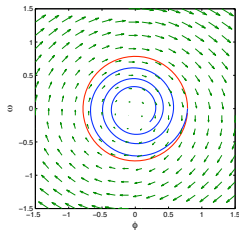
expliziter Euler

$$\begin{aligned}\varphi_{k+1} &= \varphi_k + h\omega_k \\ \omega_{k+1} &= \omega_k - h\sin \varphi_k\end{aligned}$$



symplektischer Euler

$$\begin{aligned}\varphi_{k+1} &= \varphi_k + h\omega_k \\ \omega_{k+1} &= \omega_k - h\sin \varphi_{k+1}\end{aligned}$$



impliziter Euler

$$\begin{aligned}\varphi_{k+1} &= \varphi_k + h\omega_{k+1} \\ \omega_{k+1} &= \omega_k - h\sin \varphi_{k+1}\end{aligned}$$

Numerik für zeitabhängige PDEs (4+2 SWS)

- Dozent: Balázs Kovács
- Semester: WiSe 26/27, wird alle 1-2 Jahre angeboten
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik 1, Numerik 2, "Finite Differenzen/Elemente Methode"
- Inhalt: Numerische Verfahren für zeitabhängige partielle Differentialgleichungen. Energieabschätzungen für Mehrschrittverfahren und Runge-Kutta-Verfahren, Stabilität, Fehlerabschätzungen

Literatur:

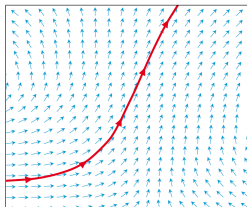
- Thomée, Larsson & Thomée
- papers

Anmerkungen:

- Ideale Voraussetzung für die Masterarbeit

Vorlesung: Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen (2+1)

- Dozent: Sören von der Gracht
- Semester: WiSe 26/27, wird einmalig angeboten
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik I
- Inhalt: Zeitkontinuierliche dynamische Systeme, Phasenporträts, Topologische Konjugation, Flow box theorem, Stabilität, Hyperbolizität, Hartmann-Grobmann, (In)stabile Mannigfaltigkeiten, Zentrumsmannigfaltigkeit, Bifurkationen

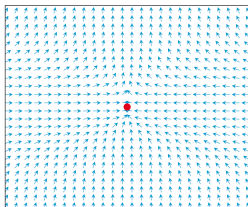


Anmerkungen:

- Aufbauende Vertiefungen für Masterarbeit.

Vorlesung: Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen (2+1)

- Dozent: Sören von der Gracht
- Semester: WiSe 26/27, wird einmalig angeboten
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik I
- Inhalt: Zeitkontinuierliche dynamische Systeme, Phasenporträts, Topologische Konjugation, Flow box theorem, Stabilität, Hyperbolizität, Hartmann-Grobmann, (In)stabile Mannigfaltigkeiten, Zentrumsmannigfaltigkeit, Bifurkationen

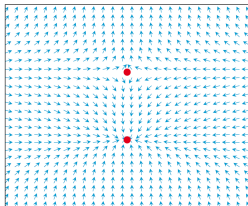


Anmerkungen:

- Aufbauende Vertiefungen für Masterarbeit.

Vorlesung: Dynamik gewöhnlicher Differentialgleichungen (2+1)

- Dozent: Sören von der Gracht
- Semester: WiSe 26/27, wird einmalig angeboten
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik I
- Inhalt: Zeitkontinuierliche dynamische Systeme, Phasenporträts, Topologische Konjugation, Flow box theorem, Stabilität, Hyperbolizität, Hartmann-Grobmann, (In)stabile Mannigfaltigkeiten, Zentrumsmannigfaltigkeit, Bifurkationen



Anmerkungen:

- Aufbauende Vertiefungen für Masterarbeit.

Machine learning provides powerful tools for approximating complex functions

Can it be used to model, simulate and control dynamical systems?

Research topics we will discuss:

- Learning dynamical models from data
- Solving differential equations with neural networks
- Enhancing classical numerical methods
- Learning-based control strategies

Goal: understand mathematical techniques that provide theoretical guarantees for machine-learning methods in dynamical systems.

Numerik für geometrische PDEs und Flüsse (4+2 SWS)

- Dozent: Balázs Kovács
- Semester: SoSe 2027, wird alle 2-3 Jahre angeboten
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik für zeitabhängige PDEs
- Inhalt: Numerische Verfahren für partielle Differentialgleichungen auf (bewegte) Oberflächen und für Geometrische Flüsse.

Literatur:

- Skript; Dziuk & Elliott *Acta Numerica*.

Anmerkungen:

- Ideale Voraussetzung für die Masterarbeit

oder

Mathematische Grundlagen von Quantenalgorithmen (4+2 SWS)

- Dozent: Balázs Kovács
- Semester: SoSe 2027,
- Zielgruppe: M.Sc. (Techno-)Mathematik
- Voraussetzungen: Numerik 1, Numerik 2
- Inhalt: Mathematische Grundlagen von Quantenalgorithmen: Grover's algorithm (Suchealg.), Quantum sort, Shor's algorithm (Primfaktorzerlegung), etc.

Literatur:

- TBA