



Dies

Mathematicus



23. November 2012

**Institut für
Mathematik
Technische
Universität
Berlin**

**Programm des
Vortragswettbewerbs**

Programm

- 14:00 Vortragswettbewerb (MA041, MA042)
- 17:05 Präsentation FDM Group (MA041)
- 17:30 Festakt (MA001)
Begrüßung durch den geschäftsführenden Direktor Prof. Dr. Jochen Blath
Grüßwort der Vizepräsidentin Dr. Gabriele Wendorf
Händel-Arie (Uta Runne - Mezzosopran; Albrecht Gündel-vom Hofe - Piano)
Gastvortrag: Dr. Maren Martens (PSI Logistics)
Händel-Arie (Uta Runne - Mezzosopran; Albrecht Gündel-vom Hofe - Piano)
Verabschiedung der Absolventinnen und Absolventen
Preisverleihung für die besten Studienabschlüsse des Jahres und besten Vorträge des Tages
- 19:00 Party (vor HE101)
Snacks und Musik
Songs: Antoine Villoutreix
DJ: Kurt Eyzenhower
-

Vorträge im MA041

- 14:00 Puzzeln mit Cartoons: Shearlet-Approximation von Cartoon-ähnlichen Bildern
SANDRA KEIPER (Bachelor)
- 14:20 Einschreibbarkeit von Polyedern und diskrete Willmore-Energie
BENJAMIN KUTSCHAN (Bachelor)
- 14:40 Das Capacitated Facility Location Problem mit baumförmigen Zugangsnetzen
BENJAMIN MÜLLER (Bachelor)
- 15:00 Bewertung von Barriereoptionen in Lévy-Modellen
MARVIN MÜLLER (Bachelor)
- 15:20 Kaffeepause
- 15:40 WaveTUB: Ein numerischer Wellenkanal
KRISTIN STEINBERG (Bachelor)
- 16:00 Minimizing Elastic Energy
ANDRÉ HEYDT (Master)
- 16:20 Stochastische Stabilität von Telekommunikationsnetzwerken
DEVY HOFFMANN (Master)
- 16:40 Wo und wann es optimal ist, nichts zu tun: Numerische Analysis für Sparse Controls bei parabolischen semilinearen Differentialgleichungen
CHRISTOPHER RYLL (Master)
-

Vorträge im MA042

- 14:00 Discontinuous Galerkin Verfahren für die inkompressiblen Navier–Stokes Gleichungen
TOBIAS AHNERT (Master)
- 14:20 Love, marriage and the market
ÁGNES CSEH (Master)
- 14:40 Phasensfeldmodelle in der Formoptimierung
SANDRA KÄBISCH (Master)
- 15:00 Schulmathematik für Erwachsene
RENÉ KEHL (Diplom)
- 15:20 Kaffeepause
- 15:40 Flugzeuge effizienter fliegen lassen: Optimierung der Form eines Verdichters im Strahltriebwerk
FRANZISKA KRÜGER (Master)
- 16:00 Selbstadjungiertheit von elliptischen Differentialoperatoren
CHRISTIAN KÜHN (Diplom)
- 16:20 Bepreiste Szenarien in der zweistufigen robusten kombinatorischen Optimierung
ROMAN RISCHKE (Master)
- 16:40 Lebensweg eines Staubkorns: Austrittswahrscheinlichkeiten der Brown'schen Bewegung
SARAH STUBENVOLL (Diplom)
-

Vortragsabstracts

Puzzeln mit Cartoons: Shearlet-Approximation von Cartoon-ähnlichen Bildern

SANDRA KEIPER

Die mathematische Bildverarbeitung befasst sich mit der Analyse von Bilddaten, wie beispielsweise Fotos oder Cartoons. Wichtige Problemstellungen auf diesem Gebiet sind das Entrauschen von Bildern (Denoising), die Rekonstruktion von Bildteilen (Inpainting) oder auch die Approximation und Kompression von Bildern. Dabei ist es ein wichtiges Ziel, Repräsentationssysteme zu finden, die in der Lage sind, das Bild optimal zu approximieren, das heißt, dass wenige Elemente des Repräsentationssystems ausreichen, um das Bild darzustellen.

Gut erforschte solche Repräsentationssysteme sind Wavelet Basen/Frames. Diese sind besonders geeignet Punktsingularitäten im Bild zu erkennen. Die Bildkompression für das Grafikformat JPEG 2000 basiert auf Wavelettransformationen. Kanten können mit Wavelets allerdings weniger gut verarbeitet werden. Aus diesem Grund haben sich Gitta Kutyniok und andere damit beschäftigt eine Erweiterung dieser Systeme zu finden, die dazu geeignet ist auch Kanten in einer optimalen Art zu erkennen.

Im Vortrag soll diese Weiterentwicklung von Waveletsystemen, sogenannte Shearletssysteme, erläutert werden und es soll gezeigt werden, dass Cartoon-ähnliche Bilder (wir betrachten hier sogar eine Verallgemeinerung von diesen) durch Shearletssysteme optimal approximiert werden können. Hierzu werden Cartoonähnliche Bilder definiert und es wird erläutert, warum sie ein sinnvolles mathematisches Modell für natürliche Bilder darstellen. Des weiteren werden Shearlet-Frames vorgestellt und es wird analysiert, mit welcher Rate der Fehler der „größten N -Term“-Approximation in diesem Repräsentationssystem fällt.

Zum Schluss werden die theoretischen Grundlagen an einigen Beispielen demonstriert und ein kurzer Ausblick gegeben.

Einschreibbarkeit von Polyedern und diskrete Willmore-Energie

BENJAMIN KUTSCHAN

Wir betrachten Polyeder, die durch einen eingebetteten, maximalen planaren Graphen definiert werden können, was man sich als triangulierte Kugeln vorstellen kann. Durch ein Resultat von Steinitz aus dem Jahre 1928 stoßen wir auf das Problem: Woran erkennt man, ob ein Polyeder konvex in die Kugeloberfläche einbeschrieben werden kann? Wir erläutern einen Lösungsansatz basierend auf Alexander Bobenkos diskreter Willmore-Energie von 2005. Anhand eines Gegenbeispiels für die Umkehrung des Resultates Steinitz' zeigen wir, wie man mit Hilfe linearer Optimierung untere Schranken an die diskrete Willmore-Energie und somit notwendige Bedingungen für die Einschreibbarkeit finden kann.

Das Capacitated Facility Location Problem mit baumförmigen Zugangsnetzen

BENJAMIN MÜLLER

Das Capacitated Facility Location Problem mit baumförmigen Zugangsnetzen ist ein diskretes Optimierungsproblem aus dem Bereich Network Design. In diesem Problem werden Kunden über mehrere Bäume mit ausgewählten Facilities verbunden, so dass der Bedarf jedes Kunden gedeckt wird. In einer zulässigen Lösung des Problems fordern wir, dass die Bäume bezüglich einer Kostenfunktion tiefenbeschränkt sind und dass die Bäume nur eine maximale Einheit an Gütern durch das Netzwerk transportieren können. In meinem Vortrag werde ich auf die Komplexität dieses Problems eingehen und zeigen, dass das Problem NP-schwer ist, und mit Hilfe kombinatorischer Ideen einen Approximationsalgorithmus vorstellen, der eine konstante Güte

Bewertung von Barriereoptionen in Lévy-Modellen

MARVIN MÜLLER

B räumt A das Recht ein, in genau einem Jahr eine Aktie S zum festgelegten Preis K von B zu kaufen. Dieses Angebot macht B aber nicht aus gutem Willen, sondern möchte dafür jetzt eine Zahlung erhalten. Man spricht von einem bedingten Termingeschäft oder in diesem Fall auch von einer europäischen Option. Zusätzlich legen B und A fest, dass die Kaufoption wertlos verfällt, wenn der Aktienkurs innerhalb eines Beobachtungszeitraumes die Barriere L unterschreitet. Der Preis π_H , den B für diese Barriereoption verlangt, wird nun schwieriger zu berechnen sein. Oft ist B eine Bank, A ein institutioneller oder privater Anleger und beide Seiten haben ein Interesse daran, einen fairen Preis π_H zu finden. Im Black-Scholes-Modell ist die Bewertung von Barriereoptionen einfach, d. h. π_H ist explizit in geschlossener Form bekannt. Aufgrund sehr unrealistischer Annahmen ist dieser Zugang jedoch nicht praxistauglich. Lévy-Prozesse erlauben eine realitätsnähere Modellierung, bieten im Allgemeinen aber keine geschlossenen Formeln. Welche Ansätze gibt es in diesen Fällen? Eine Möglichkeit π_H zu approximieren führt darauf zurück, eine große Anzahl an Pfaden des Prozesses zu simulieren. Hierbei gilt es, die Konvergenzgeschwindigkeiten und auch den Zusammenhang der Preise von Barriereoptionen mit Beobachtungszeitraum $[0, 1]$ und $\{k/n \mid k = 0, \dots, n\}$, $n \in \mathbb{N}$, zu untersuchen.

WaveTUB: Ein numerischer Wellenkanal

KRISTIN STEINBERG

Um analysieren zu können, wie sich maritime Strukturen bei extremen Seegängen bewegen und welche Lasten unter solchen Bedingungen auf sie einwirken, ist detailliertes Wissen über die Hydrodynamik des anregenden Wellenfeldes erforderlich. Während die Oberflächenbewegung von Wellen leicht aus Tests in physikalischen Wellenkanälen ermittelt

werden kann, sind andere Charakteristika des Seegangs, wie etwa die Partikelgeschwindigkeiten und -beschleunigungen oder das Druckfeld, nur schwer mittels physikalischer Messungen zu bestimmen. Aus diesem Grund wurde an der Technischen Universität Berlin ein Wellensimulationsprogramm namens WaveTUB entwickelt, welches Wasserwellen in einem zweidimensionalen Wellenkanal numerisch simulieren kann.

Die Simulation basiert auf der Potentialtheorie, in der das Strömungsfeld durch ein Geschwindigkeitspotential beschrieben wird, welches die Laplace-Gleichung erfüllt. Das Geschwindigkeitspotential wird dabei für jeden Zeitschritt und für das gesamte Flüssigkeitsgebiet mit Hilfe einer Finite-Elemente-Methode berechnet. Aus dieser Lösung werden anschließend die Geschwindigkeiten an der Wasseroberfläche durch numerische Differentiation zweiter Ordnung bestimmt. Der Fortschritt der Zeit wird durch das klassische Runge-Kutta-Verfahren 4. Ordnung realisiert.

Da WaveTUB seit seiner Entstehung wiederholt ergänzt und verändert wurde, eine Dokumentation aber unterblieben ist, wird die Nutzbarkeit des Programmes in seiner aktuellsten Version durch eine Vielzahl von Problemen beeinträchtigt, die seine mathematische Fundierung, die Implementierung numerischer Algorithmen in Matlab und Fortran, seine Programmstruktur sowie seine allgemeine Nutzerfreundlichkeit betreffen.

Die vorliegende Bachelorarbeit behebt diese Probleme, indem sie als grundlegende Dokumentation von WaveTUB fungiert und sowohl die Darstellung der mathematischen Grundlagen des Programmes als auch eine verbesserungsorientierte Analyse der Programmstruktur und des Programmcodes vornimmt.

Minimizing Elastic Energy

ANDRÉ HEYDT

Die Arbeit beschäftigte sich mit der Minimierung elastischer Energie im \mathbb{R}^2 und \mathbb{R}^3 mit Hilfe verschiedener numerischer Verfahren. Der Schwerpunkt lag auf der Auswahl geeigneter numerischer Verfahren für eine Java-basierte Entwicklungsumgebung. Hierbei diente der Abstand zwischen dem Verformungsdifferential und der Rotationsgruppe zur Beschreibung des geometrischen Modells. Zur Visualisierung der Ergebnisse wurde jReality verwendet.

Der Vortrag startet mit einem kurzen allgemeinen Einstieg in das Forschungsumfeld der Elastizität sowie einem groben zeitgeschichtlichen Rahmen.

Im Folgenden wird das energetische Funktional nach Friesecke (2002),

$$E(f) = \frac{1}{2} \int_M \text{dist}(A, SO(n))^2 = \frac{1}{2} \int_M \min_{R \in SO(n)} (A - R)^2,$$

eingeführt. Um $E(f)$ zu minimieren benötigen wir zudem den Gradienten und die Hesse von $E(f)$. Im Diskreten ist M ein n -dimensionaler Simplicialkomplex, $n = 2, 3$. Die entsprechende diskrete Energie entspricht im \mathbb{R}^2 der stückweisen linearen Dirichlet-Energie nach Pinkall und Poltner(1993),

$$E(f) = \frac{1}{2} \int_{p_{ijk}} |A - R|^2 = \frac{1}{4} \sum_{e_{ab} \in [i,j,k]} \cot \alpha_{ab}^c |q_{ab} - R^{ijk} p_{ab}|^2,$$

bzw. der entsprechenden Formulierung auf Tetraederbasis im \mathbb{R}^3 nach Meyer (2002),

$$E(f) = \frac{1}{2} \int_{p_{ijkl}} |A - R|^2 = \frac{1}{12} \sum_{e_{ab} \in [i,j,k,l]} \cot \alpha_{ab}^{cd} |q_{ab} - R^{ijkl} p_{ab}|^2.$$

Im Anschluss werden die wichtigsten Schritte für die diskrete Minimierungsaufgabe im \mathbb{R}^3 , also Berechnung des Gradienten, Hesse, nächsten Rotation etc. erläutert, ehe zuletzt die Ergebnisse präsentiert werden.

Stochastische Stabilität von Telekommunikationsnetzwerken

DEVY HOFFMANN

Wir betrachten Telekommunikationsnetzwerke mit endlich vielen Sendestationen, an welchen die zu verschickenden Nachrichten zufällig eintreffen. Die Zwischenankunftszeiten der Nachrichten werden als exponentialverteilt zu einem Parameter $\lambda > 0$ angenommen. Um Interferenzen auszuschließen, dürfen einige Stationen nicht gleichzeitig senden. Solche Netzwerke lassen sich als zeitdiskrete Markovketten modellieren und deren Stabilität, in Abhängigkeit von λ , mit Hilfe der Begriffe Rekurrenz, Transienz, Nullrekurrenz und positive Rekurrenz beurteilen.

In meinem Vortrag präsentiere ich einige Stabilitätsergebnisse für einfache Netzwerke. Weiterhin zeige ich, wie Methoden der Graphentheorie eingesetzt werden können, um die Effizienz solcher Netzwerke zu optimieren.

Wo und wann es optimal ist, nichts zu tun: Numerische Analysis für Sparse Controls bei parabolischen semilinearen Differentialgleichungen

CHRISTOPHER RYLL

In der Anwendungen von Gebietssteuerungen unter der Nebenbedingung parabolischer semilinearer Differentialgleichungen ist es oft nicht möglich, tatsächlich im gesamten Gebiet zu steuern. Es kann daher von Interesse sein, festzustellen, in welchen Ortsgebieten und zu welchen Zeiten es am sinnvollsten ist, überhaupt eine Steuerung einzusetzen. Ein geeignetes Hilfsmittel ist dabei die Verwendung sogenannter Sparse Controls. Wird das Zielfunktional erweitert, indem das gewichtete Betragsfunktional der Steuerungsfunktion hinzuaddiert wird, stellt sich bei einem immer größer werdenden Gewicht im Optimum eine partielle Nullsteuerung ein.

In diesem Vortrag wird das beschriebene Verhalten der Steuerung im Optimum über die Herleitung der notwendigen Optimalitätsbedingung erster Ordnung bewiesen sowie eine notwendige und eine hinreichende Bedingung zweiter Ordnung formuliert und nachgewiesen. Eine numerische Beispielrechnung verifiziert zum Abschluss exemplarisch die analytischen Ergebnisse.

Discontinuous Galerkin Verfahren für die inkompressiblen Navier–Stokes Gleichungen

TOBIAS AHNERT

Ein Alltag ohne den Einsatz von Gasen und Flüssigkeiten in unserer Umgebung ist nicht mehr vorstellbar. Viele Gegenstände sind daher so zu konstruieren, dass ein idealer Flüssigkeitstransport stattfindet, ohne dass es zur Beschädigung oder gar Zerstörung jener kommen kann. Die Bewegung von Flüssigkeiten kann von den Navier–Stokes Gleichungen beschrieben werden und ermöglicht die Voraussage von Geschwindigkeits- und Druckfeldern in beliebigen Geometrien. Da diese Gleichungen für faktisch alle Anwendungen nicht analytisch lösbar sind, benötigt man effektive numerische Algorithmen. In diesem Vortrag wird das Discontinuous Galerkin Verfahren vorgestellt, welches die Lösung solcher Gleichungen auf beliebigen Geometrien bei gleichzeitig hoher Parallelität und Genauigkeit erlaubt.

Love, marriage and the market

ÁGNES CSEH

A flow of information, goods or money is all around us. We talk about stability when all participants are satisfied with the current flow. In this talk, we will describe this stability mathematically and show a strategy with which stable flows can be found. And how love comes into the picture? Well, a marriage scheme is stable, if all participants are satisfied with it. Strategies can be found here as well, even more, they can also be applied in real life.

Phasenfeldmodelle in der Formoptimierung

SANDRA KÄBISCH

Bei der Wärmebehandlung eines Stahlbauteils ist es das Ziel, die Mikrostruktur des Stahls so zu beeinflussen, dass das Endprodukt bestimmte Eigenschaften hat. Die entstehenden Mikrostrukturen sind durch den unterschiedlichen Temperaturverlauf innerhalb des Bauteils ungleichmäßig verteilt und besitzen außerdem verschiedene Dichten. Als ein unerwünschtes Resultat der Wärmebehandlung verformt sich somit das Bauteil, was oft in einem anschließenden Fertigungsprozess revidiert wird. Um Zeit- und Materialkosten bei diesem anschließenden Verfahren zu sparen ist es sinnvoll die ursprüngliche Geometrie des Bauteils so zu ändern und den Abkühlungsprozess so zu steuern, dass das Resultat dem Produktziel in Form und Eigenschaften am ehesten ähnelt. In dieser Arbeit gehen wir von der einfacheren Annahme aus, dass es lediglich darum geht, ausgehend von einer gegebenen Geometrie, die Mikrostruktur zu finden, die zu einer gewünschten Verformung des Bauteils führt. Hier wird diese Aufgabenstellung mithilfe der Phasenfeldmethode mit Hindernispotenzial in Angriff genommen. Das Resultat ist

eine parabolische variationelle Ungleichung, welche an Mechanikgleichungen gekoppelt ist. Es war möglich, die Existenz von Lösungen zu diesen (Un)Gleichungen zu zeigen. Dazu werden zwei Beispiele präsentiert.

Schulmathematik für Erwachsene

RENÉ KEHL

Wer kennt das nicht aus der Schule: „Löse das System $3x + 2y = 10$, $2x + y = 26$ “? In meinem Vortrag mochte ich zeigen, dass es derartige Probleme auch für Erwachsene gibt und diese durchaus von wissenschaftlichem Interesse sind – wenn auch auf andere Weise als die meisten sich das in der Schule vorgestellt haben. In meiner Abschlussarbeit habe ich spezielle, sogenannte singuläre Systeme mit Hilfe von Projektionsmethoden untersucht. Diese Verfahren werde ich kurz vorstellen und erklären, wie sich mit wenigen Zusatzinformationen Zeit beim Lösen sparen lässt. Achso, für alle die noch rechnen: Eine Lösung ist $x = 42$.

Flugzeuge effizienter fliegen lassen: Optimierung der Form eines Verdichters im Strahltriebwerk

FRANZISKA KRÜGER

Der Verdichter ist eine der Hauptkomponenten eines Strahltriebwerks. Zur Effizienzsteigerung von Flugzeugen ist somit eine optimale Form des Verdichters unerlässlich. Aus diesem Grund untersuchte ich in meiner Masterarbeit geeignete Algorithmen zur parallelen Optimierung von Verdichtern. Die Arbeit wurde am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) angefertigt.

Im Vortrag werde ich auf die mathematische Theorie zur Formoptimierung und die daraus resultierenden Herausforderungen in der Praxis eingehen. Die Herangehensweise des DLR zur Lösung des Formoptimierungsproblems wird durch eine kurze Einführung in das von Seiten des DLR entwickelte Programm AutoOpti erläutert. Insbesondere wird herausgestellt, an welchem Punkt die im Rahmen meiner Arbeit implementierten Verfahren zur nichtlinearen Optimierung unter Nebenbedingungen ansetzen. Im Anschluss werden die beiden implementierten Algorithmen – ein Augmented-Lagrange-Verfahren und die Barriere-Methode – vorgestellt und anhand eines Mehrzieloptimierungsproblems aus dem realen Verdichterdesign analysiert und diskutiert.

Selbstadjungiertheit von elliptischen Differentialoperatoren

CHRISTIAN KÜHN

Elliptische Differentialoperatoren spielen in vielen Bereichen der Physik eine wichtige Rolle. Als Beispiel seien hier die Schrödinger-Operatoren der Quantenmechanik erwähnt. Um mit solch einem Operator sinnvoll ein physikalisches System (z. B. das Wasserstoffatom)

zu beschreiben, ist es wesentlich, dass der Operator selbstadjungiert ist. Anhand eines einfachen Beispiels auf dem Halbraum $\mathbb{R} \times \mathbb{R}_+$ wollen wir uns Gedanken über die Selbstadjungiertheit machen. Salopp gesagt untersuchen wir eine „unendlich große Matrix“ auf Symmetrie. Doch während man einer gewöhnlichen Matrix die Symmetrie auf den ersten Blick ansieht, ist es im unendlichdimensionalen Fall etwas komplizierter. . .

Bepreiste Szenarien in der zweistufigen robusten kombinatorischen Optimierung

ROMAN RISCHKE

Bei der Anwendung der kombinatorischen Optimierung in der Praxis muss man sich häufig mit dem Problem der Datenunsicherheit auseinandersetzen. Messfehler, die nicht restlos ausgeschlossen werden können, und die Unfähigkeit, zukünftige Ereignisse mit Bestimmtheit vorherzusagen, sind beispielhafte Gründe dafür, dass die (nominalen) Eingangsdaten für ein kombinatorisches Optimierungsproblem in praktischen Anwendungen häufig mit Unsicherheit behaftet sind. In der Praxis müssen Entscheidungen also oft auf der Grundlage einer Menge von möglichen Szenarien getroffen werden. Ein etablierter Ansatz, mit dieser Datenunsicherheit umzugehen, ist die robuste Optimierung.

Im Vortrag wird ein Einblick in die zweistufige robuste kombinatorische Optimierung gegeben und dabei wird insbesondere verdeutlicht, dass die bestehenden Konzepte ein gewisses Maß an „Willkür“ bei der Wahl der Szenariomenge hervorrufen. Um dieser „Willkür“ zu begegnen, wurde in der Masterarbeit das Konzept der bepreisten Szenarien für die zweistufige robuste kombinatorische Optimierung entwickelt. Das neue Konzept und die Ergebnisse der Masterarbeit werden im Vortrag vorgestellt.

Lebensweg eines Staubkorns: Austrittswahrscheinlichkeiten der Brown'schen Bewegung

SARAH STUBENVOLL

Ein Staubkorn auf einer Wasseroberfläche bewegt sich, bedingt durch die Bewegung der Wassermoleküle, auf einem zufälligen Pfad. Dieses Verhalten lässt sich mathematisch modellieren und heißt dann „Brown'sche Bewegung“. Einer eindimensionalen Version dieser Bewegung entspräche ein Staubkorn auf einem sehr schmalen Kanal, das nur in eine Richtung, nicht seitwärts, Bewegungsfreiheit hat. Wie weit entfernt sich nun das Staubkorn vom Ausgangspunkt? Mit welcher Wahrscheinlichkeit überschreitet es im Laufe der Zeit eine gegebene Barriere? Was, wenn die Barriere sich bewegt? Diese Frage lässt sich mit Hilfe der sogenannten „method of images“ untersuchen. Das Vorgehen soll im Vortrag veranschaulicht werden.

Sponsoren

Wir bedanken uns bei unseren Sponsoren:

BERLIN MATHEMATICAL SCHOOL



SFB Transregio 109
Discretization in Geometry and Dynamics
www.discretization.de

FDM GROUP



LEHMANNS FACHBUCHHANDLUNG



SPRINGER



TU BERLIN - INSTITUT FÜR MATHEMATIK

