

Prof. Dr. sc. math. Joachim Gwinner, Höhere Mathematik, LRT

Zeitraum:

01.10.1998 bis 30.09.2002

### **1) Wissenschaftliche Mitarbeiter**

Dipl.-Math. Andrea Rott (bis 31.12.98)

Dipl.-Math. Franz Schenkl

Dr. Ulrich Hirth (ab 1.11.99)

Dipl.-Math. Alexander Bofinger (0.5) (1.10.2001 bis 30.9.2002)

### **2) Wissenschaftliche Arbeitsschwerpunkte**

#### **Unilaterale Anfangsrandwertprobleme bei partiellen Differentialgleichungen - Modellierung und Analysis**

Kontaktprobleme der Kontinuumsmechanik führen zu unilateralen Randwertaufgaben, die mit Hilfe von Variationsprinzipien als Variationsungleichungen in geeigneten Funktionenräumen modelliert werden. Sind Materialparameter oder/und Belastungen mit Unsicherheit behaftet, aber einer probabilistischen Beschreibung zugänglich, ist die variationelle Analysis mit stochastischer Analysis zu kombinieren. Verwandte unilaterale Probleme treten auch bei plastischer Verformung, sowie über die Signorini-Randbedingung bei porösen Medien auf.

#### **- Diskretisierung und numerische Verfahren**

Anstelle heuristischer error and trial - Methoden werden für einseitige oder auch zweiseitige Kontaktprobleme der Kontinuumsmechanik, als Variationsungleichungen modelliert, robuste Berechnungsverfahren basierend auf der Methode der Finite Elemente (FEM) und der Methode der Randelement (BEM) entwickelt. Im zeitabhängigen Fall wird die FEM-Ortsdiskretisierung kombiniert mit Eulerverfahren zur Zeitdiskretisierung. Für diese Näherungsmethoden werden Konvergenzaussagen und Fehlerabschätzungen in geeigneten Normen bewiesen.

#### **Bivariate Interpolation und Fehler-Quadrate-Approximation**

Dieser Forschungsschwerpunkt wurde 1994 durch eine Anfrage der Firma DASA, Unternehmensbereich Raumtransportsysteme und Antriebe initialisiert. Dort wird die Ausgleichsrechnung (Methode der kleinsten Fehlerquadrate) mit bivariaten kubischen Tensorprodukt-Spline-Funktionen eingesetzt zur numerischen Bestimmung der Eulerwinkel

Die grau unterlegten Angaben/Beispiele sind jeweils nach Eintrag der eigenen Daten (darunter) wegzuklicken.

aus den an Bord ausgewerteten Daten eines Sonnensensors und damit zur Bestimmung der Position von Satelliten im Weltraum. Anstelle kommerziell verfügbarer, aber numerisch nicht immer zufriedenstellender Software sollen effiziente und gegenüber Meßfehlern robuste Algorithmen entwickelt werden, welche die spezielle Struktur der zugrunde liegenden bivariaten Designmatrix ausnutzen. Neben der Numerik interessiert auch die Frage der Eindeutigkeit der Lösung derartiger Ausgleichsprobleme mit bivariaten Tensorprodukt-Spline-Funktionen (nachprüfbar hinlängliche Bedingungen) im allgemeinen Fall beliebig verteilter Datenpunkte.

### **Fluß- und Transportprobleme in sehr großen Netzwerken**

Analog zum Übergang von der Brownschen Molekularbewegung zur kontinuierlichen Beschreibung des Wärmetransports werden kontinuierliche Modelle als Ersatz für sehr große Netzwerke (z.B. Straßennetz in Ballungsgebieten) entwickelt. Zur Analyse von Engpässen in Netzwerken und deren Beseitigung werden folgende Flußprobleme behandelt: Existenz von zulässigen Flüssen bei gegebenen Randbedingungen (vorgegebener Einfluß an den Quellen, bzw. Ausfluß an den Senken) und Beschränkungen der Kapazität, Charakterisierung von zulässigen Flüssen durch Bedingungen an die Daten; Existenz von optimalen Flüssen bei einem Kostenkriterium oder bei Maximierung des Gesamtdurchsatzes. Die auf diese Weise entstehenden unendlichdimensionalen Variationsprobleme sollen mittels gemischter finiter Elemente und finiter Volumen diskretisiert und so einer numerischen Lösung zugeführt werden.

### **3) Forschungsvorhaben aus Mitteln Dritter**

Entwicklung eines Gütekonzepts zur Beurteilung der Genauigkeit der Lösung von Differentialgleichungen der Hydromechanik mit zufälligen Koeffizientenfunktionen (DFG Be 738/21, Laufzeit von 1.7. 1997 bis 30.6.2000)  
Zwischenbericht mit W. Bechteler, M. Maurer, Y. Kelanemer (1998)  
Abschlussbericht mit W. Bechteler, A. Bofinger (2000)

### **4) Promotionen**

Dr.-Ing. Andrea Rott: Interpolation and Least Squares Approximation in Bivariate Tensor Product Spaces

Referenten: Prof. Dr. Joachim Gwinner, Prof. Dr. Ernst P. Stephan (Universität Hannover)  
Promotion am 22.12.1998

Die Dissertation entstand im Rahmen des oben genannten Schwerpunktes "Bivariate Interpolation und Fehler-Quadrate-Approximation". Im Mittelpunkt der Arbeit steht die Behandlung der Designmatrix in bivariaten Tensorprodukträumen als Block-Kronecker-Produkt zweier univariater Designmatrizen. Für diese neuartige Matrixprodukt werden grundlegende algebraische Eigenschaften bewiesen. Es wird gezeigt, daß im Gegensatz zum gewöhnlichen Kronecker-Produkt der volle Rang der beiden univariaten Designmatrizen im allgemeinen nicht hinreichend für den vollen Rang der bivariaten Designmatrix ist.

Die gefundenen algebraischen Ergebnisse lassen sich jedoch auf den Fall von auf achsenparallelen Geraden verteilten Datenpunkten anwenden. In diesem Fall gelingt die Formulierung notwendiger und hinreichender Bedingungen für die Eindeutigkeit der Lösung des Ausgleichsproblems. Weiterhin wird für diese spezielle Verteilung der Datenpunkte zur Lösung des zugehörigen Interpolationsproblems ein robuster und effektiver Algorithmus

vorgestellt: Bezeichnet für ein Rechteckgitter  $r$  die Anzahl der Geraden parallel zur einen Achse,  $s$  die Anzahl der Geraden parallel zur anderen Achse, so benötigt das Standardverfahren, d.h. die Berechnung aller Matrixelemente und die Auflösung mit Gaußscher Elimination, eine Größenordnung von  $rs^3$  Rechenoperationen, der neue Algorithmus dagegen nur  $rs$  Rechenoperationen.

## 5) Habilitationen

entfällt

## Autorenschaft

### 6) Fachbücher (Monographien, keine Lehrbücher)

### 7) Wissenschaftliche Veröffentlichungen, kritisch referiert

#### 7a) Beiträge zu Fachbüchern

#### 7b) Beiträge in Wiss. Journalen und auf Tagungen

- J. Gwinner: Some geometric and hypercircle estimates for monotone variational inequalities with an application to elastoplasticity, invited paper. Far East Journal of Mathematical Sciences, Special Volume (2001), Part III (Functional Analysis and Its Applications), 367 - 391.
- J. Gwinner: A note on backward error analysis for generalized linear complementarity problems, Annals of Operations Research 101 (2001) 391 - 399.
- A. Rott, J. Gwinner: Least squares solution of bivariate surface fitting problems using tensor product splines. BIT - Numerical Mathematics 40 (2000) 715 – 725.
- J. Gwinner: A class of random variational inequalities and simple random unilateral boundary value problems -- existence, discretization, finite element approximation, Stochastic Analysis and Applications 18 (2000) 967 - 993.
- C. Carstensen, J. Gwinner: A theory of discretization for nonlinear evolution inequalities applied to parabolic Signorini problems, Annali di Matematica pura ed applicata 177 (1999) 363 – 394.

A. Bofinger: Numerical determination of response surface points with minimal absolute value for a lower bound estimate of multinormal integrals -- gradient algorithms and their convergence. (K. Marti, ed.), Stochastic optimization techniques. Numerical methods and technical applications, 4th GAMM/IFIP workshop. Berlin: Springer, 2002. Lect. Notes Econ. Math. Syst. 513, pp.59-78.

J. Gwinner: A note on random variational inequalities and simple random unilateral boundary value problems: Well-posedness and stability results. *Advances in Convex Analysis and Global Optimization* (N. Hadjisavvas, P.M. Pardalos; eds.). Conference honoring the memory of C. Caratheodory, Pythagorion, Samos, Greece, 2000. Kluwer Academic Publishers, 2001; pp. 531 - 543.

J. Gwinner: On continuum modelling of large dense networks in urban road traffic. *Mathematics in Transport Planning and Control* (J.D. Griffiths; ed.), IMA Conference, Cardiff, 1998. Elsevier Publishers, 1998; pp. 321 -- 330.

## **8) Weitere Veröffentlichungen**

**9) Eingeladene Hauptvorträge** [Keynote speeches auf großen Fachtagungen]  
keine

## **10) Vorträge**

J. Gwinner, Variational inequalities and continuous transport problems, Taormina (Sizilien), 3.12.1998, International Workshop on Equilibrium Models and Variational Problems.

J. Gwinner, Freie Randwertaufgaben mit einseitigen Randbedingungen, Herrsching am Ammersee, 15.5.1999, Bayerisches Mathematisches Kolloquium.

J. Gwinner, Feasible flows in continuous transport and related constrained variational problems,  
Edinburgh, 7.7.1999, 4<sup>th</sup> International Congress on Industrial and Applied Mathematics.

J. Gwinner, Zufällige einseitige Randwertprobleme - Motivation, Existenz und Diskretisierung,  
Uni Stuttgart, 25.5.2000, Gastvortrag.

J. Gwinner, Random unilateral variational problems and random variational inequalities, Pythagorion (Samos), 9.6.2000, Conference on Advances in Convex Analysis and Global Optimization.

J. Gwinner, A class of random variational inequalities and simple random unilateral boundary value problems – existence and discretization, Erice (Sizilien), 24.6.2000, International Workshop on Equilibrium Problems and Variational Models.

J. Gwinner, Error Analysis for the LCP and its Generalizations, Montpellier, 5.9.2000, French-German-Italian Conference on Optimization.

J. Gwinner, Variationsungleichungen und einfache einseitige Variationsprobleme mit zufälligen Parametern - eine Existenz- und Diskretisierungstheorie, Uni Trier, 6.11.2000, Gastvortrag.

J. Gwinner, Variationsungleichungen und einfache unilaterale Randwertaufgaben mit zufälligen Parametern - eine Existenz- und Diskretisierungstheorie, Uni Hannover, 30.1.2001, Gastvortrag.

J. Gwinner, Pseudomonotone variational inequalities, Erice (Sizilien), 11.7.2001, Optimization and Control with Applications (OCA 2001).

J. Gwinner, Semicoerciveness in variational analysis, Lambrecht (Pfalz), 22.2.2002, SIGOPT - International Conference on Optimization.

J. Gwinner, Semicoerciveness and an application to von Karman plates, Augsburg, 26.3.2001, GAMM 2002.

U. Hirth: Generalization of Landim-Olla-Yau convection-diffusion equation, UniBwM, 25.10.2002, Workshop SPDE.

U. Hirth: Exchangeable random orders and almost uniform distributions, Liptovsky Fan (Slowakei), 3.9.2001, European Young Statisticians Meeting.

U. Hirth: Viability of stochastic differential inclusions in Hilbert space, Magdeburg, März 2002, Magdeburger Stochastik-Tage.

U. Hirth: Viability of stochastic differential inclusions in Hilbert space, Augsburg, März 2002, GAMM-Tagung 2002.

## **11) Patente**

[Angabe Titel, Patentamt, Nr., Datum]

## **Mitwirkung im Wissenschaftsprozess**

### **12) Herausgeber von Schriftenreihen, Büchern**

entfällt

### **13) Mitwirkung in Editorial Boards, Programmkomitees**

J. Gwinner:

Gutachter für die Zeitschriften:

Annals of Operations Research (Baltzer Verlag),

European Journal of Operational Research (Elsevier Verlag)

International Journal of Solids and Structures (Elsevier Verlag)

Journal of Inequalities in Pure and Applied Mathematics (electronic journal, Victoria University of Technology, Australien)

Journal of Mathematical Analysis and Applications (Academic Press)

Journal of Optimization Theory and Applications (Plenum Press)

Optimization (Gordon Breech Verlag)

Set-valued Analysis (Kluwer Verlag)

U. Hirth:

Reviewer für Mathematical Reviews.

Referee für Lecture Notes (Springer-Verlag).

#### **14) Organisation von Tagungen, Symposien, Workshops**

J. Gwinner:

Minisymposium Infinite Networks and Continuous Transport Problems  
Edinburgh, 7.7.1999, 4<sup>th</sup> International Congress on Industrial and Applied Mathematics.

(mit Dr.-Ing. F. Duddeck, TU München)

Workshop Stochastische Partielle Differentialgleichungen: Modellierung in  
den Ingenieurwissenschaften, Analysis und numerische Lösungsmethoden  
UniBw München, 25.10.2000

#### **15) Beratung in übergeordneten Gremien (national-international)**

[z.B. Normungsausschüsse, Schwerpunktprogramme etc.: mit Bezeichnung angeben]

#### **16) Gutachtertätigkeit**

Gutachter für PhD Thesis von Frau Patricia Daniele (Catania, Italien):

„Variational Inequalities and Duality - Applications to Equilibrium Problems“, 1999.

Gutachter für PhD Thesis von Herrn Mohamed Ait Mansour (Marrakesch, Marokko):

„Stability and sensitivity for equilibria and quasi-equilibria: applications to  
variational and hemivariational inequalities“, 2002.