



Olaf Steinbach

Seit 1. 10. 2004 Professor für "Numerische Mathematik" am Institut für Mathematik D (Numerik und Partielle Differentialgleichungen)

Die Numerik partieller Differentialgleichungen beschäftigt sich mit der näherungsweise Lösung mathematischer Modelle zur Beschreibung physikalisch-technischer und naturwissenschaftlicher Phänomene. Anwendungen finden sich beispielsweise in der Thermodynamik, der Elektrostatik, der Magnetostatik und in der Fluid- und Festkörpermechanik. Ziel ist die Entwicklung und Analyse sowie die Implementierung effizienter, robuster und zuverlässiger numerischer Algorithmen zur Lösung praxisrelevanter Problemstellungen.

Das heute am weitesten verbreitete numerische Näherungsverfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen ist die Methode der finiten Elemente (FEM). Probleme bei der Realisierung der FEM bestehen z.B. in der Vernetzung der zu modellierenden komplexen Strukturen, der Konstruktion geeigneter stabiler Ansatzräume vor allem bei gemischten Formulierungen, und in der Lösung der resultierenden linearen Gleichungssysteme, insbesondere bei der Konstruktion optimaler Vorkonditionierungsstrategien. Im Gegensatz zur FEM erfordert die Verwendung von Randintegralgleichungen nur eine Vernetzung der Oberfläche der zu simulierenden Struktur. Die Notwendigkeit einer Fundamentallösung, die Berechnung singulärer Oberflächenintegrale und das Auftreten vollbesetzter Matrizen schränken die Anwendbarkeit von Randelementmethoden (BEM) zunächst ein. Die Kopplung verschiedener Diskretisierungsverfahren via Gebietszerlegungsmethoden erlauben jedoch die Verwendung der jeweils geeigneten Näherungsverfahren, z.B. FEM für nichtlineares Materialverhalten und BEM für Außenraumprobleme sowie komplexe und bewegliche Strukturen.

Einer der Arbeitsschwerpunkte des Institutes ist die numerische Analysis von Randintegralgleichungen und Randelementmethoden. Neben Fragen zu Abbildungseigenschaften von Randintegraloperatoren spielt die Entwicklung schneller Algorithmen eine wesentliche Rolle. Die Verwendung hierarchischer Cluster-Methoden ermöglicht dabei eine hinsichtlich der erforderlichen Daten schwachbesetzte Approximation vollbesetzter Matrizen. Neben dem schnellen Multipol-Algorithmus sind hier algebraische Methoden wie die Adaptive Cross Approximation und Hierarchische Matrizen zu nennen. Die ursprünglich für Randelementmethoden entwickelten Techniken werden heute auch verstärkt auf die FEM übertragen.

Neben der Kopplung verschiedener Diskretisierungsverfahren ermöglichen Gebietszerlegungsmethoden die Verknüpfung verschiedener physikalischer Modelle, die Verbindung lokal verschiedener Ansatzräume und Vernetzungen sowie die Entwicklung effizienter paralleler Lösungsverfahren. Letzteres beinhaltet vor allem die Herleitung und Analyse optimaler Strategien zur Vorkonditionierung der linearen Gleichungssysteme. Neben den so genannten Mortar-Methoden zur Behandlung lokal verschiedener Ansatzräume sind hier vor allem Tearing and Interconnecting Methoden (BETI/FETI) zu nennen.

Bei der Herleitung und Begründung mathematischer Algorithmen steht stets deren Anwendbarkeit zur Lösung praktischer Problemstellungen im Vordergrund. Neben der schon bestehenden Zusammenarbeit z.B. mit Instituten aus der Elektrotechnik sowie der Fluid- und Festkörpermechanik ermöglicht die Kooperation mit industriellen Anwendern einen regen Gedankenaustausch. Zu erwähnen sind hier insbesondere die seit 2003 jährlich stattfindenden Workshops Fast Boundary Element Methods with Industrial Applications.

Die Forschungsaktivitäten finden natürlich auch Eingang in das Lehrangebot des Institutes. Neben der Einführung in die Numerische

Mathematik sowohl für Studierende der Technischen Mathematik sowie der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Studiengänge werden Vorlesungen zur Numerik gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen (FEM, BEM) und zu Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme angeboten. Dies beinhaltet z.B. auch einen algebraischen Zugang zu Hierarchischen Matrizen. Ergänzt wird dieses Angebot durch Vorlesungen zur Analysis partieller Differentialgleichungen und durch begleitende Praktika und Seminare zur Realisierung und Implementierung der numerischen Verfahren.

Lebenslauf

- 1967 geboren in Rochlitz/Sa.
- 1986 und 1988-1992 Studium der Mathematik an der TU Chemnitz
- 1992-2004 wissenschaftlicher Mitarbeiter, wissenschaftlicher Assistent und Oberassistent am Mathematischen Institut A bzw. am Institut für Angewandte Analysis und Numerische Simulation, Universität Stuttgart
- 1996 Promotion
- 1998 Visiting Research Fellow, School of Mathematics, The University of New South Wales, Sydney
- 1998-1999 Postdoctoral Research Associate, Institute for Scientific Computation, Texas A&M University, College Station
- 2000 Visiting Research Fellow, Texas Institute for Computational and Applied Mathematics, The University of Texas at Austin
- 2001 Habilitation
- 2001-2002 Vertretung einer C4 Professur für Numerische Mathematik, TU Chemnitz
- 2002 Gastprofessur für Numerische Mathematik, Johannes Kepler Universität Linz
- 2004 Vertretung einer C4 Professur für Wissenschaftliches Rechnen, TU Dresden
- 2004 Ruf an die TU Graz

Numerical discretization methods, such as finite and boundary element methods, are used for an approximate solution of partial differential equations which result from different models in science and engineering. The aim is the development, analysis and implementation of efficient, robust and reliable numerical algorithms to solve problems of practical interest. Domain decomposition methods are a powerful tool to combine different discretization methods, different local trial spaces and underlying meshes and to combine different physical models. For the parallel solution of the resulting linear systems, appropriate preconditioning strategies have to be developed. Besides the mortar domain decomposition methods, tearing and interconnecting methods have to be mentioned in this context. One of the main research topics of the institute is the numerical analysis of boundary integral equations and of boundary element methods, i.e., the development of fast boundary element methods such as fast multiple methods and algebraic approximation methods (Adaptive Cross Approximation, and Hierarchical matrices). Cooperation with institutes of science and engineering, as well as with industrial partners, is important for the development, mathematical analysis and implementation of numerical algorithms. An annual workshop on Fast Boundary Element Methods with Industrial Applications has been taking place since 2003.