

Gebietsdekompositionsmethoden (DD-Methoden) werden heute nicht nur zur Konstruktion paralleler Algorithmen für partielle Differentialgleichungen, sondern auch zur Kopplung verschiedener physikalischer Felder und verschiedener Diskretisierungstechniken genutzt.

So haben zum Beispiel die Finite-Elemente-Methode (FEM) und die Randelementmethode (BEM) gewisse komplementäre Eigenschaften. Folglich ist es nicht verwunderlich, dass die Kopplung von FEM und BEM innerhalb einer DD-Strategie in vielen praktischen Anwendungen sehr erfolgreich genutzt wurde. Unter den DD-Methoden sind die sogenannten FETI-Methoden (Finite Element Tearing and Interconnecting Methods) sicherlich die erfolgreichsten Gebietsdekompositionstechniken zumindestens zur Lösung sehr großdimensionierter Probleme auf massiv parallelen Rechnern. Die Antragsteller haben die BETI-Methoden (Boundary Element Tearing and Interconnecting Methods) als Randelementanaloge der inzwischen etablierten FETI-Methoden als auch gekoppelte BETI-FETI-Methoden zunächst zur Lösung von Potentialproblemen und von Randwertproblemen der linearen Elastizitätsprobleme eingeführt.

Im durchgeführten FWF Projekt wurden zum einen die BETI-Methoden auf die für die Elektrotechnik typischen curl-curl – Probleme erweitert. In einem Dissertationsprojekt ist es gelungen, auch für die schwierigeren Helmholtz-artigen Probleme im Frequenzbereich neue, stabile und effiziente BETI-Verfahren zu konstruieren und zu analysieren. Zum anderen wurden Wirbelstromprobleme, die für niedrigfrequente Anwendungen in der Elektrotechnik typisch sind, betrachtet. In einem zweiten Dissertationsprojekt wurde die multiharmonische FEM nicht nur zur Simulation von linearen und nichtlinearen, zeitperiodischen Wirbelstromproblemen, sondern auch zur optimalen Steuerung von derartigen Wirbelstromproblemen betrachtet. Hier erweist sich der multiharmonische FEM-Zugang als eine besonders effektive Methode zur Lösung des Optimalitätssystems, da das zeitlich vorwärtige, primale Wirbelstromproblem mit dem zeitlich rückwärtigen, adjungierten Wirbelstromproblem koppelt. Es ist gelungen, robuste und gleichzeitig bezüglich der Komplexität asymptotisch optimale bzw. fast optimale Prädiktionierer zu konstruieren, die zu hocheffizienten, parallelen iterativen Auslösungsverfahren für die entstehenden großdimensionierten Gleichungssysteme führen. Analoge Resultate wurden für zeitperiodische parabolische Probleme erzielt. In diesem Falle werden Prädiktionierer für elliptische Potentialprobleme (Diffusionsprobleme) benötigt. Die Springer-Monographie "Finite and Boundary Element Tearing and Interconnecting Solvers for Multiscale Problems" von C. Pechstein leistet dazu fundamentale Beiträge.

Die im Projekt entwickelten neuen numerischen Algorithmen wurden nicht nur zu Testzwecken implementiert, sondern zumindest teilweise in Praxisprojekten mit dem ACCM in Linz und mit ABB innerhalb eines laufenden EU-Projektes überführt. In diesen Projekten geht es um die Simulation und Optimierung von Produkten der Elektrotechnik.