

In zahlreichen Anwendungen der Ingenieurwissenschaften, Physik oder auch Medizin liegt der Hauptfokus in der Berechnung von Zielfunktionalen. Solche Größen sind beispielsweise die akkurate Berechnung von Verschiebungen oder Spannungen in der Festkörpermechanik, Strömungswiderstände in der Fluidodynamik, oder Rissbreite und -Länge in der Bruchmechanik. In diesem Projekt liegt das Hauptaugenmerk auf Zielfunktionalberechnungen in der Bruchmechanik und deren Kopplung zu Multiphysikanwendungen sowie Optimierungsproblemen. Das Basis-Rissmodell in diesem Projekt basiert auf einem Phasenfeldansatz, welcher mit der Finite-Elemente-Methode realisiert wird um Computersimulationen durchzuführen. Dieser Ansatz ist attraktiv, da der Risspfad im Finite-Elemente-Gitter nicht exakt aufgelöst werden muss und daher mit relativ geringem Aufwand zwei- und dreidimensionale Simulationen durchgeführt werden können. Der Nachteil des Phasenfeldansatzes ist allerdings eine Verschmierung um den Riss, welcher die Genauigkeit der Rissauflösung beeinflusst. Die Verschmierungszone hängt von einem Modellparameter ϵ ab, welcher selbst von dem Diskretisierungsparameter h des Finite-Elemente-Ansatzes abhängt. Dementsprechend ist die Berechnung der Zielfunktionale immer in Abhängigkeit dieser beiden Parameter zu sehen. Die numerische Analyse und entsprechende Simulationen der oben genannten Zielfunktionale mit dual-gewichteten Residuen in a posteriori Fehlerkontrollen bilden das erste Ziel dieses Projekts. Dieser Teil ist bereits anspruchsvoll, aber dennoch sind aussagekräftige Ergebnisse zu erwarten. Zwei Erweiterungen – inklusive Zielfunktionalberechnungen – des Basis-Phasenfeldansatzes hinsichtlich Multiphysikanwendungen und Optimierung bilden den innovativen und herausfordernden Teil des Projekts. Dies liegt im wesentlichen daran, dass die mathematische und numerische Modellierung (auch ohne Zielfunktionale) nur teilweise vorhanden ist und zuerst angegangen werden muss. Ein Erfolg dieses Programms würde wichtige und vielversprechende Einsatzfelder erschließen. Dies sind hinsichtlich Multiphysikanwendungen beispielsweise medizinische Anwendungen (z.B. Riss in der Aorta oder Risse in Plaqueausbreitungen in Arterien) oder auch Risse in porösen Medien bzw. Risse/Rissnetzwerke in der Geologie. Hinsichtlich Optimierungsproblemen sind Optimalsteuerungsprobleme (z.B. Kontrolle des Risspfades) und Parameterschätzprobleme von großer Bedeutung, womit unbekannte Modell- und Materialparameter bestimmt werden können.