

## Teilprojekt B9

### Titel

Thermomechanische Mehrphasensimulation mit lokaler Berechnung von Werkstoffeigenschaften zur Vorhersage und Minimierung des Verzugs von Gussbauteilen

### Projektleitung/-bearbeitung

Bührig-Polaczek, Andreas, Prof. Dr.-Ing.  
Gießerei Institut ; Projektleitung

Vossel, Thomas M.Sc.  
Gießerei Institut ; Projektbearbeitung

### Aufgabenstellung

- Finalisierung der Softwarewahl und Einarbeitung
- Modell zur Freisetzung latenter Wärme
- Beginn Keimbildungsmodellierung
- Beginn Keimwachstumsmodellierung
- Entwurf Demonstratorbauteil
- Entwicklung Benchmarktest für Kornstrukturmodellierung

### Vorgehensweise

- Finalisierung der Softwarewahl und Einarbeitung

Die Frage der zur Umsetzung der gesteckten Ziele zu nutzenden Software war zu Projektbeginn noch offen. Um diese Frage zu klären wurde eine Recherche hinsichtlich derzeit erhältlicher wie auch geeigneter kommerzieller wie auch nicht-kommerzieller Softwarelösungen durchgeführt. Die Softwarepakete Hyperworks, COMSOL und Abaqus wurden dabei in die engere Auswahl gezogen und jeweils Testversionen zur testweisen Nutzung bezogen.

- Beginn Keimbildungsmodellierung

Es wurde eine Literaturrecherche bezüglich möglicher Modelle, die zur Beschreibung der Keimbildung einer dendritischen, eutektischen Legierung dienen können, durchgeführt.

➤ Modell zur Freisetzung latenter Wärme

Eine Routine zur Freisetzung latenter Wärme soll in Fortran programmiert und in der Simulationssoftware eingebunden werden.

➤ Beginn Keimwachstumsmodellierung

Eine Literaturrecherche über die Modellierung des Keimwachstums kolumnarer und äquiaxialer Keime wurde durchgeführt.

➤ Entwurf Demonstratorbauteil

Ein Bauteil, an dem sich die Ergebnisse der durchgeführten Untersuchungen demonstrieren lassen, soll entworfen werden. Dazu fanden Treffen in Kooperation mit den Teilprojekten B7 und B8 statt, um auf die jeweiligen Fachkenntnisse der Projektpartner zurückzugreifen und mögliche Ansätze zu diskutieren.

➤ Entwicklung Benchmarktest für Kornstrukturmodellierung

Ein Benchmarktest, in dem die erstellten Algorithmen der Kornstrukturmodellierung Anwendung finden werden, soll entwickelt werden. In Kooperation mit den Teilprojekten B7 und B8 begannen Entwürfe eines praxisnahen Aufbaus, der auf den Grundideen des von B8 zu realisierenden Versuchsstandes basieren soll.

## Ergebnisse

➤ Finalisierung der Softwarewahl und Einarbeitung

Die Wahl der zu nutzenden Software fiel auf Abaqus. Die zu entwickelnden Modellroutinen können dort in Form von Fortran Code implementiert werden.

➤ Modell zur Freisetzung latenter Wärme

Die Programmierung der Routine des Modells wurde begonnen.

➤ Beginn Keimbildungsmodellierung

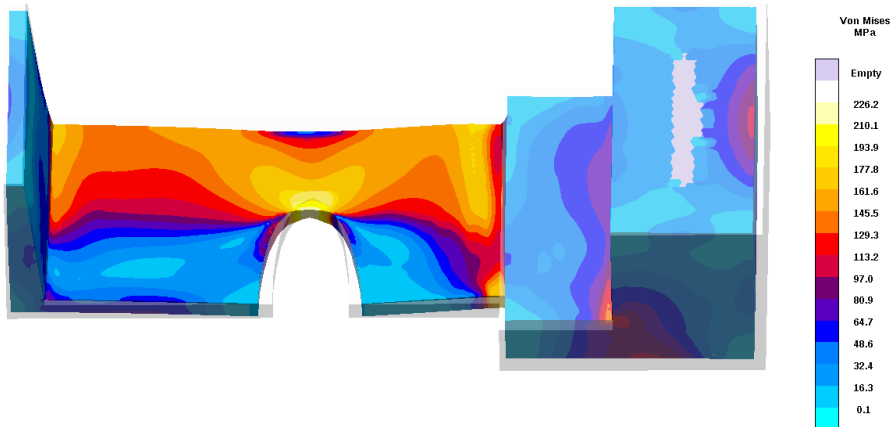
Das Keimbildungsmodell soll einen unterkühlungsbasierten Ansatz gemäß Rappaz et al. nutzen. Erste Arbeiten zur Umsetzung des Modells als Fortran Routine sind erfolgt.

➤ Beginn Keimwachstumsmodellierung

Die Ansätze der Keimwachstumsmodelle sollen sich an den Arbeiten von Browne, McFadden et al. orientieren.

➤ Entwurf Demonstratorbauteil

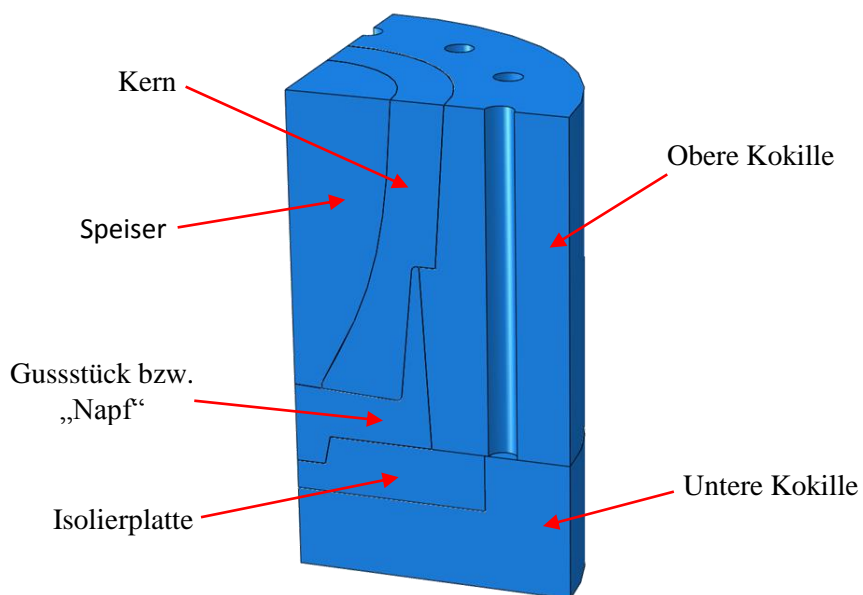
Die finale Geometrie des Demonstratorbauteils wurde festgelegt und eine testweise Verzugssimulation mit MAGMA durchgeführt.



**Abbildung 1:** Verzugssimulation Demonstratorbauteil

➤ Entwicklung Benchmarktest für Kornstrukturmodellierung

Der Aufbau des Benchmarktests wurde festgelegt und entsprechend als Simulationsprojekt mit den jeweiligen Anfangs- und Randbedingungen in Abaqus umgesetzt.



**Abbildung 2:** Aufbau Benchmarktest

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Nach der Wahl von Abaqus als zur Realisierung des Projekts geeignete Simulationssoftware begann die Einarbeitung in die Bedienung der Software sowie in die Programmierung von Fortran Routinen zwecks Einbindung der zu entwickelnden Modelle. Ein Demonstratorbauteil zur Demonstration der entwickelten Routinen am Ende der Projektphase wurde entworfen. Ebenso wurde ein Benchmarktest zum Testen der zu entwickelnden Kornstrukturbildungsalgorithmen entworfen und in Abaqus als Simulationsprojekt aufgebaut.

Die anstehenden Arbeiten umfassen zunächst das Finalisieren der ProgrammROUTINEN zur Freisetzung von latenter Wärme und das Ausführen einer Testsimulation des Benchmarktests. Im Anschluss erfolgt zunächst die Einbindung des Kornbildungsmodells und danach die des Kornwachstumsmodells. Schließlich erfolgt ein finaler Benchmarktest samt Abgleich mit Vergleichswerten. Als nächsten Schritt können die Arbeiten am zweiten Arbeitspaket mit dem Ziel der Entwicklung einer mikrostrukturbasierten Interpolationsprozedur beginnen, dessen Beginn im Arbeitsplan 1,5 Jahre nach Projektbeginn vorgesehen ist.

### **Veröffentlichungen**

-