



SIMULATION – NUMERISCHE BIBLIOTHEK FÜR LASERAPPLIKATIONEN

Aufgabenstellung

Bei der Lasermaterialbearbeitung ist die Korrelation zwischen Parametern und der Qualität des Bearbeitungsergebnisses häufig stark nicht linear und kann Diskontinuitäten enthalten. Die Simulation gewinnt zunehmend an Bedeutung bei der Analyse von dynamischen Prozessen, die experimentell nur schwer zugänglich sind. Die zu lösenden Multiskalenaufgaben sind an freien Rändern gekoppelt. Erst die schnelle Lösbarkeit dieser numerisch anspruchsvollen Aufgabe bei hinreichender räumlicher und zeitlicher Auflösung erlaubt die effektive Nutzung von Simulationen.

Vorgehensweise

Ausgehend von den Anforderungen solcher Multiskalenaufgaben, hohe Genauigkeit und räumliche Auflösung in Grenzschichtbereichen bei gleichzeitig möglichst geringen Berechnungszeiten, wurden Spektral-Element und Discontinuous Galerkin Methoden implementiert. Durch eine hybride Massivparallelisierung mit MPI und OpenMP wurden die Berechnungszeiten drastisch reduziert. Die Bewegung der freien Ränder wird numerisch mit einer Interface Capturing Methode, der Level Set Methode, beschrieben. Level Set Methoden stellen robuste und gleichzeitig genaue numerische Methoden zur Beschreibung von komplizierten Oberflächenbewegungen dar, selbst wenn extreme Topologiewechsel auftreten.

Ergebnis

Die numerischen Verfahren wurden in Form einer modular aufgebauten C++-Bibliothek implementiert. Hierdurch ist die Möglichkeit zur schnellen und flexiblen Entwicklung von parallelisierten Simulationsrechnungen nach dem Baukastenprinzip gegeben. Beispiele sind das schnelle Lösen einer mehrkomponentigen Gasströmung beim Laserbrennschneiden (Bild 3) und eine Berechnung von Oberflächenbewegung und Temperatur beim Laserschmelzschnneiden (Bild 4).

Anwendungsfelder

Mit dem neuen Berechnungsverfahren können komplexe Fragestellungen bei der Lasermaterialbearbeitung mit hoher Auflösung in kurzer Rechenzeit simuliert werden. Anwendungen sind z. B. das Auslegen von Düsen für die Gasströmungen beim Schneiden, Schweißen und Bohren mit Laserstrahlung.

Ansprechpartner

Dipl.-Phys. Ulrich Jansen
Telefon +49 241 8906-680
ulrich.jansen@ilt.fraunhofer.de

Dr. Markus Nießen
Telefon +49 241 8906-307
markus.niessen@ilt.fraunhofer.de

- 3 Simulation einer turbulenten Mehrkomponentenströmung beim Laserbrennschneiden.
4 Simulation der Temperaturverteilung beim Laserschmelzschnneiden mit Level Set und Spektral-Element Methode.