

## Entwicklung und Automatisierung neuer Strömungs-Diagnosewerkzeuge

In einem Austauschprogramm wurden verschiedene Algorithmen zur Datenrekonstruktion aus Testdaten, Messdaten und Ergebnissen numerischer Simulationen untersucht, mit dem Ziel, fehlende Daten oder zusätzliche Informationen aus den vorhandenen Daten zu extrahieren bzw., diese zu glätten. Dies leistete wertvolle Beiträge zum Projekt „Strukturidentifikation, -Extraktion, -Verfolgung und Quantifizierung in digitalen Strömungsfeldern“ im DFG-Schwerpunktprogramm „Bildgebende Messverfahren für die Strömungsanalyse“.

### Fachlicher Hintergrund

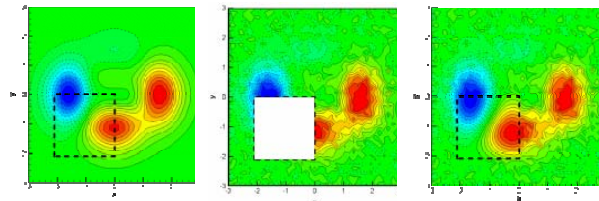
Moderne Messverfahren zur Bestimmung von Geschwindigkeitsfeldern erzeugen in kurzer Zeit sehr große Mengen an Rohdaten, da sie immer größere Gebiete in sehr feiner räumlicher Auflösung abtasten. Zur Steigerung der Genauigkeit bei der Rekonstruktion der gemessenen Geschwindigkeitsfelder sind numerische Algorithmen erforderlich, die lokale Ausreißer, Messrauschen und fehlende Messwerte automatisch erkennen und durch geeignete Schätzwerte ersetzen. Die notwendigen Algorithmen sollten robust gegenüber der Wahl von Parametern durch den Benutzer sein, so dass der gesamte Messvorgang automatisch erfolgen kann. Die **POD-Analyse** (Proper Orthogonal Decomposition) erlaubt es, die in einer Zeitreihe enthaltenen dominanten Ereignisse zu identifizieren und zu extrahieren, so dass fehlende Information anhand dieser als relevant erachteten Daten zuverlässig rekonstruiert werden kann. Das zweite Verfahren, **Kriging**, das im vorliegenden Projekt verwendet wurde, stammt aus dem Bereich der Geologie. Es erlaubt die bestmögliche, unvoreingenommene lineare Schätzung unbekannter Datenpunkte auf einem beliebig angeordneten Netz von Messpunkten.

### Projekt und Ziele

Aufbauend auf den einschlägigen Vorarbeiten des türkischen Partners auf dem Gebiet der Datenanalyse mittels POD und Kriging sowie den an der Universität Stuttgart vorhandenen Simulations- und Messdaten wurden Möglichkeiten untersucht, vorhandene Datenfelder möglichst zuverlässig auf feinere Gitter zu übertragen, zu glätten und die Daten in absichtlich gelöschten Zonen wieder zu rekonstruieren. Durch Vergleich mit den zuvor gelöschten Daten bzw. den Daten der numerischen Simulation konnte die Zuverlässigkeit der Algorithmen beurteilt werden. Dabei zeigte sich eine überraschend gute Zuverlässigkeit der Kriging-Methode, die anhand von analytisch erzeugten Testdaten weiter illustriert wurde, vgl. Abbildung. Langfristiges Ziel dieses Vorhabens ist die Bereitstellung von Softwarewerkzeugen für die experimentell arbeitenden Strömungsmechaniker, die eine effiziente Analyse und eine zuverlässige automatische Rekonstruktion der umfangreichen Strömungsfelder ermöglichen und somit zum besseren Verständnis der auftretenden Phänomene beitragen. Insgesamt leisten diese Arbeiten einen eigenständigen Beitrag dazu, neue Messverfahren zu entwickeln, die in allen Bereichen der Technik sowie der Medizin eingesetzt werden können.

### Nachhaltiger Erfolg

Die Arbeiten haben zum DFG-Schwerpunktprogramm „Bildgebende Messverfahren für die Strömungsanalyse“ beigetragen, in dem es darum geht, die moderne Strömungsmesstechnik als eine anerkannte Schlüsseltechnologie voranzutreiben und auf ein neues und deutlich höheres Leistungsniveau zu bringen. Hierdurch sind für das vorliegende Projekt weitere Kontakte zu Forschern in Deutschland sowie zur Industrie entstanden.



Test des Kriging-Verfahrens anhand von analytischen Testdaten. Von links nach rechts: Testdaten – Testdaten mit Rauschen und gelöschter Region – rekonstruierte Daten

### Partner

Deutschland: Institut für Aerodynamik und Gasdynamik der Universität Stuttgart  
Türkei: Istanbul Technical University - Department of Mechanical Engineering

### Förderrahmen

Projekttitel: Development and Automation of New Flow Diagnostic Techniques (TUR 05/003)  
Förderinstrument: "Internationale Zusammenarbeit mit der Türkei"  
Förderung:  
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),  
"Scientific and Technical Research Council of Turkey (TÜBITAK)"  
Laufzeit: 01.06.2005 – 31.12.2007

### Weitere Projektinformationen

apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist  
Institut für Aerodynamik und Gasdynamik  
Universität Stuttgart  
Pfaffenwaldring 21, 70550 Stuttgart  
rist@iag.uni-stuttgart.de

### Fachlicher Ansprechpartner für Türkei

Dr. Akin Akkoyun

Internationales Büro des  
Bundesministeriums für Bildung  
und Forschung  
beim Deutschen Zentrum für  
Luft und Raumfahrt e.V.

Heinrich-Konen-Str. 1  
53227 Bonn  
Tel: +49(0)228-3821 470  
Fax: +49(0)228-3821 444  
akin.akkoyun@dlr.de