



**Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Gernot Pottlacher**  
Institut für Experimentalphysik  
E-Mail: Pottlacher@tugraz.at  
Tel.: 0316 873 8149



**Dipl.-Ing. Dr.techn. Claus Cagran**  
Institut für Experimentalphysik  
E-Mail: claus.cagran@tugraz.at  
Tel.: 0316 873 8156



**Dipl.-Ing. Thomas Hüpf**  
Institut für Experimentalphysik  
E-Mail: thomas.huepf@tugraz.at  
Tel.: 0316 873 8649



**Dr. Georg Lohöfer**  
DLR Köln  
Institut für Materialphysik im Weltraum  
E-Mail: georg.lohoefer@dlr.de

## Zusammenarbeit TU Graz und DLR Köln

### *Collaboration of TU Graz and DLR Cologne*

Das von der FFG Austrian Space Applications Programme (ASAP) geförderte Projekt „Electrical Resistivity Measurement of High Temperature Metallic Melts“ ist eine Kooperation des Instituts für Experimentalphysik der TU Graz mit dem Institut für Materialphysik im Weltraum der DLR.

Das Projekt wurde als ESA Proposal eingereicht und im mit „Excellent“ beurteilt. Nach der Ausschreibung zu ASAP 4 kam es zum Projektstart im November 2006. Die Projektlaufzeit beträgt 18 Monate. Unter der Leitung von Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gernot Pottlacher wird in der Arbeitsgruppe für Subsekunden Thermophysik im Zuge dieses Projekts von Dr. C. Cagran und Dipl.-Ing. T. Hüpf die Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands hochschmelzender Metalle bis in die flüssige Phase untersucht. Bei der dafür verwendeten Ohmschen Pulsheizung wird ein starker Strompuls (10 000 A) durch eine drahtförmige Probe geschickt. Der zuerst feste Draht erhitzt sich dabei, schmilzt und erhitzt sich im flüssigen Zustand noch weiter bis zur Gasphase (die Methode wird auch Drahtexplosion genannt). Da dies so schnell geht (in ca. 30  $\mu$ s), bleibt die Form des Drahtes auch in der flüssigen Phase erhalten und das Metall hat keine Zeit, mit seiner Umgebung chemisch zu reagieren. Daher auch der Name Subsekunden Thermophysik. Die Temperaturmessung erfolgt dabei berührungslos über die optische Wärmestrahlung nach dem Planckschen Strahlungsgesetz. An zwei Stellen auf der Drahtprobe wird die Spannung abgegriffen und daraus der Spannungsabfall berechnet. Dieser liefert zusammen mit dem Strom durch die Probe den elektrischen Widerstand als Funktion der Temperatur. Die thermische Ausdehnung wird mit einer CCD-Kamera aufgezeichnet, die von der Elektronikgruppe des Instituts so verbessert wurde, dass man alle 5  $\mu$ s ein Bild erhält.

Der elektrische Widerstand von flüssigen Metallen ist eine wichtige Größe bei der Verarbeitung von Metallschmelzen, da er die Fließeigenschaften unter Einfluss elektromagnetischer Felder beeinflusst; beispielsweise bei Gießprozessen oder beim Kristallwachstum. Andererseits kann man über das Wiedemann-Franz-Gesetz aus der Kenntnis der Temperaturabhängigkeit des elektrischen Widerstands für viele flüssige Metalle indirekt die temperaturabhängige Wärmeleitfähigkeit berechnen. Die Böhler Edelstahl GmbH, mit der ebenfalls eine Projektzusammenarbeit besteht (Titel: „Experimentelle Bestimmung thermophysikalischer Daten von Stählen und Nickelbasislegierungen“), führt unter anderem numerische Prozess-Simulationen durch, bei denen genau diese Größen als Eingangsparameter benötigt werden.

Die Messungen der Arbeitsgruppe der TU Graz werden mit den Ergebnissen der DLR verglichen. Dort wird der elektrische Widerstand in elektromagnetischen Levitationsexperimenten bestimmt. Diese Experimente erlauben es, Metallkügelchen frei schweben zu lassen und sie bis über die Schmelztemperatur zu erhitzen. Somit kann auch der flüssige Bereich untersucht werden. Da sich dabei Schwerkraft und elektromagnetische Levitation in einem dynamischen Gleichgewicht befinden müssen, kann es zu störenden Konvektionsströmen innerhalb der Probe kommen. Für Präzisionsmessungen wäre also Schwerelosigkeit besser. Es ist daher geplant, diese Messungen auch an Bord der International Space Station (ISS) unter „microgravity“-Bedingungen durchzuführen. Ein Ziel der Zusammenarbeit zwischen



Labor an der TU Graz

Foto: Claus Cagran

der TU Graz und der DLR Köln ist es, sich für eine Auswahl von Elementen zu entscheiden, die für die Untersuchung in Schwerelosigkeit am besten geeignet sind. Unser Kooperationspartner an der DLR ist Dr. Georg Lohöfer.

Am Beginn steht die Untersuchung reiner Elemente. Später soll mit Messungen an industriell relevanten Legierungen begonnen werden. Eine angestrebte Fortsetzung des Projektes um weitere 18 Monate soll sich ganz der Erforschung von Legierungen widmen. Da die Experimente an der TU Graz auf der Erde durchgeführt werden, sind die Resultate unabhängig davon, wann die Levitationsexperimente an Bord der ISS zum Einsatz kommen. Stärken und Vergleichbarkeit der beiden unterschiedlichen Messmethoden werden durch dieses Projekt sichtbar.

### *Collaboration of TU Graz and DLR Cologne*

*The Austrian Space Applications Programme (ASAP) is sponsoring the project „High Temperature Metallic Melts“ which is a collaboration of the Institute of Experimental Physics at TU Graz and the Institute of Materials Physics in Space at DLR Cologne.*

*The project started in november 2006 and will last 18 months.*

*Ao.Univ.Prof. G. Pottlacher, Dr. C. Cagran and Dipl.-Ing. T. Hüpf of the workgroup Subsecond Thermophysics perform investigations of high melting liquid metals using a fast ohmic pulse-heating technique. This allows measurements of electrical resistivities in the molten state, which is an important parameter for the metal working industry.*

*A completely different approach to obtain these values is done at our partner's laboratory at DLR, where Dr. Georg Lohöfer is running an electromagnetic levitation device, which, in comparison to fast pulse-heating, can be seen as a quasistatic method.*

*A comparison of these two different experiments is the ambition of this collaboration project. The investigation of pure elements will be followed by industrial relevant alloys. Additionally the levitation measurements are planned to be carried out under micro-gravity conditions onboard the ISS.*

<http://iep.tugraz.at>

<http://www.dlr.de>