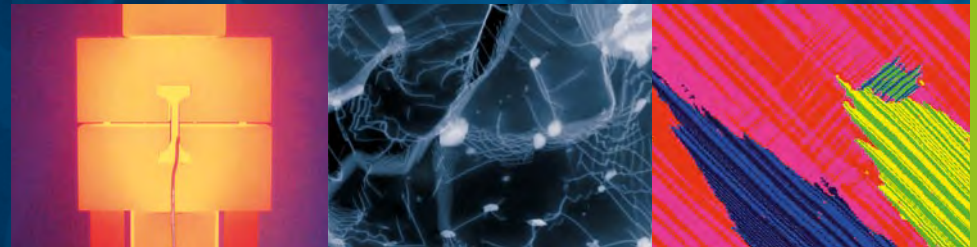


LEHRSTUHL WERKSTOFFWISSENSCHAFT CHAIR FOR MATERIALS SCIENCE 2006 – 2011

INSTITUT FÜR WERKSTOFFE
INSTITUTE FOR MATERIALS

RUB



Kontakt / Contact:

Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler
Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft
Ruhr-Universität Bochum
D-44780 Bochum
Tel.: +49 (0) 234 32 23022
Fax: +49 (0) 234 32 14235
E-Mail: gunther.eggeler@rub.de
www.ruhr-uni-bochum.de/ww

Umschlagdesign: jungepartner.de

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

**LEHRSTUHL
WERKSTOFFWISSENSCHAFT**
CHAIR FOR MATERIALS SCIENCE
2006 – 2011

INSTITUT FÜR WERKSTOFFE
INSTITUTE FOR MATERIALS

LEHRSTUHL
WERKSTOFFWISSENSCHAFT
CHAIR FOR MATERIALS SCIENCE

2006 – 2011

BEITRÄGE ZU FORSCHUNG UND LEHRE
CONTRIBUTIONS TO RESEARCH AND TEACHING

Übersichtsbericht
Overview Summary

bearbeitet von / by:

Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler
und Mitarbeitern / and co-workers

Übersetzung ins Englische / Translation:
M. Larby (JP Translations, www.jptranslations.com)

Bochum, Dezember 2011



Kontakt / Contact:

Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler · Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft · Ruhr-Universität Bochum
D-44780 Bochum · Tel.: +49 (0) 234 32 23022 · Fax : +49 (0) 234 32 14235
E-Mail: gunther.eggeler@rub.de · www.ruhr-uni-bochum.de/ww

Vorbemerkung

Hier wird über die Aktivitäten des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft (www.ruhr-uni-bochum.de/ww) im Zeitraum von 2006 bis 2011 berichtet. Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft gehört zum Institut für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum. Das Institut für Werkstoffe ist in der Fakultät für Maschinenbau für Werkstoffausbildung zuständig. Zum Institut für Werkstoffe gehören außer unserem Lehrstuhl die Lehrstühle Werkstoffe der Mikrotechnik (A. Ludwig), Werkstoffprüfung (M. Pohl) und Werkstofftechnik (W. Theisen).

Preface

This report describes the activities of the Chair for Materials Science and Engineering (www.ruhr-uni-bochum.de/ww) and covers the period from 2006 until 2011. The Chair for Materials Science and Engineering is part of the Institute for Materials at the Ruhr-Universität Bochum. Within the Department for Mechanical Engineering, the Institute for Materials is responsible for materials education. The Chairs for Materials for Micro Technology (A. Ludwig), Materials Testing (M. Pohl) and Materials Technology (W. Theisen) also belong to the Institute for Materials.



Bild 1: Professoren des Instituts für Werkstoffe. Von links nach rechts: W. Theisen, M. Pohl, A. Ludwig und G. Eggeler. **Fig. 1:** Professors of the Institute for Materials. From left to right: W. Theisen, M. Pohl, A. Ludwig, G. Eggeler.

Als externe Professuren sind dem Institut für Werkstoffe folgende Einheiten angeschlossen: Werkstoffe der Luft- und Raumfahrt (M. Bartsch, DLR Köln), Elektronenmikroskopie von Werkstoffen (A. Dlouhy, IPM Brno, Tschechische Republik), Atomistische Werkstoffmodellierung (R. Drautz, ICAMS), Werkstoffmechanik (A. Hartmaier, ICAMS), Thermodynamische und kinetische Werkstoffmodellierung (I. Steinbach, ICAMS), Werkstoffoberflächen und Grenzflächen (M.

The following units are affiliated with the Institute for Materials as external professorships: Materials for Aerospace Applications (M. Bartsch, DLR Cologne), Transmission Electron Microscopy of Engineering Materials (A. Dlouhy, IPM Brno, Czech Republic), Atomistic Materials Modelling (R. Drautz, Interdisciplinary for Advanced Materials Simulation - ICAMS), Mechanics and Micromechanics of Materials (A. Hartmaier, ICAMS), Thermodynamics and Kinetic

Stratmann, MPIE Düsseldorf) und Keramische Werkstoffe (R. Vaßen, FZ Jülich).

Das Institut für Werkstoffe übernimmt die Werkstoffausbildung aller Studierenden des *Maschinenbaus*, des *Bauingenieurwesens* und der Studiengänge *Umwelttechnik und Ressourcen-Management* sowie *Sales Engineering und Product Management*. Im Maschinenbau bietet das Institut für Werkstoffe eine eigene Vertiefungsrichtung mit einem Bachelor- und einem Masterstudiengang *Werkstoff-Engineering* an. Es gestaltet außerdem eine Reihe von Wahlvorlesungen für Ingenieure anderer Fachrichtungen und für Naturwissenschaftler, die Werkstoffe im Nebenfach studieren.

Das Institut für Werkstoffe ist einer der Träger der International Max Planck Research School for Surface and Interface Engineering of Advanced Materials (IMPRS SurMat, Sprecher: M. Stratmann und G. Eggeler) und beteiligt sich an den dort angebotenen englischsprachigen Summer und Winter Schools für Doktoranden.

Gemeinsam mit dem Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) bietet das Institut für Werkstoffe einen internationalen, englischsprachigen Masterstudiengang *Materials Science and Simulation* an, der im WS 2010/11 seine Arbeit aufnahm. Das Institut für Werkstoffe stand im Berichtszeitraum im Zentrum des SFB459 *Formgedächtnistechnik* und ist einer der Träger des neuen *Materials Research Department* der Ruhr-Universität Bochum (Sprecher: A. Ludwig). Sowohl in der Forschung als auch in der Lehre pflegt es enge Kontakte zu allen materialwissenschaftlich orientierten Forschern der Ruhr-Universität Bochum, unserer Nachbar-Universitäten und umliegender Forschungsinstitute.

Modelling of Materials (I. Steinbach, ICAMS), Interface Science and Surface Engineering (M. Stratmann, MPIE Düsseldorf) and Ceramic Materials (R. Vaßen, Research Centre Jülich).

The Institute for Materials is instrumental in the materials education of all Mechanical Engineers, Civil Engineers, and those majoring in Environmental Technology and Resource Management and Sales Engineering and Product Management. The Institute for Materials offers its own careertrack within the Department of Mechanical Engineering. Materials Engineering is offered for bachelor and master students. Furthermore, a series of optional lectures is offered for engineers from other fields and students of the natural sciences who take materials as a subsidiary subject.

The Institute for Materials is one of the coordinators of the International Max Planck Research School for Surface and Interface Engineering of Advanced Materials (IMPRS SurMat, spokesmen: M. Stratmann and G. Eggeler) and participates in the Summer and Winter Schools for doctoral candidates which are held there in English.

Together with the Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS), the Institute for Materials offers an international master's course of study in English entitled Materials Science and Simulation which has started in the winter semester 2010/2011. The Institute for Materials stands at the core of the SFB459 collaborative research centre Shape Memory Alloy Technology and is one of the coordinators of the new Materials Research Department at the Ruhr-Universität Bochum (spokesman: A. Ludwig). In both, research and teaching, it is in close contact with all materials-oriented researchers at the Ruhr-Universität Bochum, at our neighbouring universities and the research institutes in the region.

Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft wurde von 1968 bis 1995 von Herrn Prof. em. Dr.-Ing. E. Hornbogen geleitet. Seit der Gründung des Lehrstuhls stehen mikrostrukturelle Fragestellungen im Zentrum der Forschungsaktivitäten. Der Lehrstuhl hat unter der Leitung von Prof. Hornbogen eine ganze Reihe späterer Professoren hervorgebracht oder mitgeprägt, zu denen Prof. Dr. U. Dahmen (Berkeley/USA), Prof. Dr. H. Gleiter (Karlsruhe), Prof. Dr. J. Petermann (Dortmund), Prof. Dr.-Ing. K.-H. Zum Gahr (Karlsruhe), Prof. Dr. H. Kreye (Hamburg), Prof. Dr. U. Köster (Dortmund), Prof. Dr.-Ing. G. Lütjering (Hamburg) und Prof. Dr.-Ing. K. Friedrich (Kaiserslautern) gehören. Prof. Dr.-Ing. M. F.-X. Wagner, der im Berichtszeitraum am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft eine von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Emmy Noether-Nachwuchsgruppe leitete, trat 2010 eine Professur für Werkstofftechnik an der TU Chemnitz an.

Als interdisziplinäre Fachrichtung ist die Wissenschaft von den Werkstoffen für die Bereiche *Energie, Transport, Gesundheit* und *Umwelt* wichtig.

Es gibt verschiedene Schnittmengen mit diesen Feldern, zu denen zum Beispiel die Hochtemperaturwerkstoffe (Energie und Transport), die Werkstoffe der Medizintechnik (Gesundheit) und Formgedächtniswerkstoffe (Transport, Gesundheit und Umwelt) gehören. Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft werden Materialfragen aus diesen Bereichen in der Forschung bearbeitet. Die Wissenschaft von den Werkstoffen hat außerdem eine natürliche Nähe zu Biomaterialien, zur Mikrosystemtechnik und zur Nanotechnologie.

Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft erhalten Studentinnen und Studenten die Gelegenheit, die wichtigen Werkstoffgruppen (*Metalle, Keramiken, Polymere* und *Verbunde*) in Lehre und Forschung kennenzulernen. Sie erhalten darüber hinaus eine gezielte Ausbildung in den Be-

Between 1968 and 1995, the Chair for Materials Science was headed by Prof. em. Dr.-Ing. E. Hornbogen. Since the founding of the Chair, the central objective of research activities has been to contribute to an understanding of materials properties on a microstructural basis. Under the guiding hand of Prof. Hornbogen, the Chair has produced or heavily influenced an impressive array of those who later advanced to become professors. These include Prof. Dr. U. Dahmen (Berkeley/USA), Prof. Dr. H. Gleiter (Karlsruhe), Prof. Dr. J. Petermann (Dortmund), Prof. Dr.-Ing. K.-H. Zum Gahr (Karlsruhe), Prof. Dr. H. Kreye (Hamburg), Prof. Dr. U. Köster (Dortmund), Prof. Dr.-Ing. G. Lütjering (Hamburg) and Prof. Dr.-Ing. K. Friedrich (Kaiserslautern). Prof. Dr.-Ing. M. F.-X. Wagner, who led an Emmy Noether research group at our Chair, took up a professorship for Materials Technology at the Technical University of Chemnitz in 2010.

As an interdisciplinary field of study, the science of materials is important to the energy, transportation, health and environmental sectors.

There are a number of intersections with these fields which include high temperature materials (energy and transportation), materials for medical technology (health) and shape memory materials (transportation, health and the environment) for example. Questions relating to materials arising from these areas are the subject of research at the Chair for Materials Science. In addition, the science of materials has a natural affinity to biomaterials, microsystem technology and to nanotechnology.

At the Chair for Materials Science and Engineering, students have the opportunity to learn about the important groups of engineering materials (metals, ceramics, polymers and composites) through teaching and research. They also receive targeted training in the areas of materials

reichen *Werkstoffherstellung, Werkstoffmikroskopie* und dem *experimentellen Erfassen und Modellieren von funktionellen und strukturellen Werkstoffeigenschaften*.

Zum Ende des Berichtszeitraums wurden die letzten klassischen Diplomarbeiten geschrieben, die von den ersten Bachelor- und Masterarbeiten abgelöst wurden. Masterarbeiten werden in Zukunft die Abschlussarbeiten der Studierenden des Instituts für Werkstoffe darstellen.

Abschließend bleibt noch zu vermelden, dass nach vielen Jahren im Gebäude IA in Kürze ein Umzug ansteht: Das Institut für Werkstoffe zieht in naher Zukunft in den komplett renovierten Flachbau ICFO.

manufacture, materials microscopy and the experimental determination and modelling of functional and structural materials properties.

Two changes worthy of note are in progress as this report is compiled. The last classic diploma theses were written and the first Bachelor and Masters work was produced: The Masters Theses will in future replace the classical Diploma Theses.

We must also report that after many years in the building IA, a relocation is imminent. The Institute for Materials will be moving to the new renovated building ICFO in the near future.



Bild 2: Luftaufnahme der Nord-Ost-Seite der Ruhr-Universität Bochum. Das Gebäude ID (ganz rechts) befindet sich gerade im Neubau (etwa 2009). Zwischen ID und den drei blauen Ingenieurgebäuden (IA, IB und IC) befindet sich der Flachbau ICFO, in dem unser Institut für Werkstoffe in Zukunft untergebracht sein wird.

Fig. 2: Aerial view of the north east side of the Ruhr-Universität Bochum. The new building ID (on the very right) is under construction. Between ID and the blue engineering buildings (IA, IB and IC) is the flat complex ICFO, the future home of our Institute for Materials.

Inhaltsverzeichnis***Index***

Kapitel	Seite	Section	Page
Vorbemerkung	I	<i>Preface</i>	<i>I</i>
Inhaltsverzeichnis	V	<i>Index</i>	<i>V</i>
1. Einführung	1	<i>1. Introduction</i>	<i>1</i>
2. Lehrstuhlmitglieder	11	<i>2. Members of our Chair</i>	<i>11</i>
3. Rückblick	15	<i>3. Looking Back</i>	<i>15</i>
4. Forschung	47	<i>4. Research</i>	<i>47</i>
4.1 Forschungsgebiete	47	<i>4.1 Research Fields</i>	<i>47</i>
4.2 Formgedächtnistechnik	53	<i>4.2 Shape Memory Technology</i>	<i>53</i>
4.3 Junior-Senior-Forschergruppe zur Ermüdung (HCF)	56	<i>4.3 Junior-Senior Research Group on High Cycle Fatigue</i>	<i>56</i>
4.4 Ultrafeinkörnige Werkstoffe	57	<i>4.4 Ultra Fine Grained Materials</i>	<i>57</i>
4.5 Beyond Ni-Base Superalloys	60	<i>4.5 Beyond Ni-Base Superalloys</i>	<i>60</i>
4.6 Forschungsgruppen	61	<i>4.6 Research Groups</i>	<i>61</i>
5. Lehre	71	<i>5. Teaching</i>	<i>71</i>
6. Akademische Abschlüsse	99	<i>6. Academic Degrees</i>	<i>99</i>
7. Gäste	117	<i>7. Guests</i>	<i>117</i>
7.1 Gastwissenschaftler	117	<i>7.1 Scientific Guests</i>	<i>117</i>
7.2 Austauschstudierende	133	<i>7.2 Exchange Students</i>	<i>133</i>
7.3 Vorträge	136	<i>7.3 Presentations</i>	<i>136</i>
8. Auslandsaufenthalte	145	<i>8. Travel Abroad</i>	<i>145</i>
9. Veranstaltungen	151	<i>9. Special Events</i>	<i>151</i>
10. Ehrungen, Preise, neue Auf- gaben	185	<i>10. Honours, Awards, New Re- sponsibilities</i>	<i>185</i>
11. Ausblick	197	<i>11. Outlook</i>	<i>197</i>
12. Veröffentlichungen	213	<i>12. Publications</i>	<i>213</i>
13. Anfahrt	231	<i>13. How to reach us</i>	<i>231</i>

1. Einführung

Ein externer Beobachter würde bei einem Blick auf die letzten sechs Jahre an unserem Lehrstuhl wahrscheinlich von einer hohen Ereignisdichte sprechen. Es gibt in diesem Aktivitäts- und Rechenschaftsbericht über die Jahre 2006 - 2011 viel festzuhalten. Dies gilt für das Innenleben am Lehrstuhl. Das betrifft aber auch neue Entwicklungen und Änderungen von Randbedingungen, die wir zum Teil mitgestaltet haben und auf die wir teilweise reagieren mussten.



Das Leben am Lehrstuhl wird durch unsere Arbeit in Forschung und Lehre bestimmt. Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft stand im Berichtszeitraum im Zentrum des von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Sonderforschungsbereichs 459 *Formgedächtnistechnik*, wo wir uns mit Formgedächtnislegierungen auf NiTi-Basis befassten. Wir konnten den SFB459 erfolgreich in seine vierte Förderphase führen. Die kontinuierliche großzügige Förderung über zwölf Jahre hat es uns ermöglicht, unsere experimentelle Infrastruktur erheblich zu verbessern und auszubauen.

1. Introduction

A glance back over the last six years at our Chair would probably prompt a casual observer to remark that they were packed with notable occurrences. There is indeed a great deal to record for the years 2006 to 2011 in this activity and accountability report. This applies to life inside our group; however, it also pertains to new developments and changes in boundary conditions - some of which we helped reshape ourselves and some to which we could only react.

Bild 3: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Oktober 2008.

Fig. 3: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, October 2008.

Life at the Chair is governed by our research and teaching activities. In the last twelve years, our Chair for Materials Science and Engineering was the centre of the collaborative research centre SFB459 (shape memory technology), funded by the German Research Association (DFG). With our partners we worked intensively on basic and applied aspects of NiTi shape memory alloys. In the reporting period we have succeeded in guiding the SFB459 into its fourth funding period. Continuous generous funding over a period of twelve years has allowed us to improve and expand our experimental infrastructure considerably.

Uns ist in den letzten Jahren auf dem Gebiet der Formgedächtnistechnik auf wissenschaftlicher Ebene der internationale Durchbruch gelungen. Dies betrifft sowohl angewandte Fragestellungen (z. B. Schmelzen, Umformen, Wärmebehandlung, funktionelle Ermüdung von Aktoren) als auch Forschung im Grundlagenbereich (Rolle von Versetzungen, Korngrenzen und Ausscheidungsteilchen bei der martensitischen Umwandlung). Viele Mitglieder des Lehrstuhls waren in diesem Zusammenhang nicht nur selbst in der Forschung erfolgreich, sondern haben auch anderen Gruppen geholfen, sich in verschiedenen Bereichen der Formgedächtnistechnik zu positionieren.



Over the last few years, we have succeeded in making a scientific impact in the shape memory field. We made important contributions to shape memory technology (e.g. melting, forming, heat treatments, and functional fatigue of actuators). And we also contributed to a better level of understanding of elementary transformation and deformation processes (the role of dislocations, grain boundaries and precipitates in martensitic transformations). Many members of our Chair were not only successful in their own research projects, but also helped other groups to position themselves in the various fields of shape memory technology.

Bild 4: Miniaturisierte Bruchmechanikprobe aus einer NiTi Formgedächtnislegierung, S. Gollerthan.

Fig. 4: Miniaturized fracture mechanics specimen (pseudoelastic NiTi, S. Gollerthan).

Wir haben erfolgreich in zwei von der DFG geförderten Forschergruppen mitgearbeitet, zu ultrafeinkörnigen Werkstoffen (FOR544, Ultrafine Grained Materials, Koordination: Prof. H.J. Maier, Paderborn) und zu einer neuen Generation von Hochtemperaturlegierungen (FOR 727, Beyond Ni-Base Superalloys, Koordination: Prof. M. Heilmaier, Darmstadt / Karlsruhe).

Wir beschäftigten uns außerdem in einer Reihe von DFG-Projekten (im Normalverfahren) mit einkristallinen Superlegierungen, Titanaluminiden, Porenbildung beim Kriechen in Kupferlegierungen, kurzfaserverstärkten Aluminiumwerkstoffen, angelassenen martensitischen Chromstählen und mit Wärmedämmschichten für einkristalline Superlegierungen.

We successfully took part in two of the research groups funded by the DFG. These were the research groups FOR544 (Ultrafine Grained Materials, coordinated by Prof. H.J. Maier, Paderborn) and FOR 727 (Beyond Ni-Base Superalloys, coordinated by Prof. M. Heilmaier, Darmstadt/Karlsruhe).

We moreover had a couple of regular DFG projects addressing single-crystal superalloys, titanium aluminides, cavity formation during creep in copper alloys, creep in fiber-reinforced aluminium composites, tempered martensitic ferritic steels and thermal barrier coatings for single crystal Ni-base superalloys.

Im Berichtszeitraum war eine Emmy Noether-Gruppe zum Thema *Zwillinge* (Emmy Noether-Gruppenleiter: M. Wagner, heute Professor für Werkstofftechnik an der TU Chemnitz) in die Forschungsarbeiten am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft eingebunden. Es gab im Berichtszeitraum am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft vier weitere unabhängige Forschungsgruppen, die sich mit der Modellierung der martensitischen Umwandlung (O. Kastner), mit Werkstoffen der Medizintechnik (M. Frotscher), mit den mechanischen Eigenschaften kleiner Systeme (J. Pfetzinger-Micklich) und mit angelassenen martensitischen Chromstählen (V. Yardley) befassen.

Wir haben im Berichtszeitraum sowohl im Bereich der Formgedächtnistechnik als auch im Bereich der Hochtemperaturwerkstoffe intensiv mit anderen Hochschulinstituten und Industriepartnern zusammengearbeitet. Wir wissen, dass wir nur in der Kooperation, im Austausch, in der Diskussion mit Anderen unsere Aufgabe lösen können. Damit möchte ich nicht nur den akademischen Bereich, sondern besonders auch die Forschungsabteilungen und die Produktionsbetriebe der Industrie ansprechen.

Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft gibt es seit 2008 eine Advanced Study Group (Leitung: J. Frenzel) des neuen Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS). Wir waren sowohl bei der Einwerbung des ICAMS (mehr als 20 Millionen Euro für einen fünfjährigen Förderzeitraum, jeweils zur Hälfte vom Land NRW und von Industriepartnern finanziert), bei der Berufung der drei Professoren und bei der Einrichtung von ICAMS an der Ruhr-Universität Bochum in wesentlichem Maß beteiligt.

Die direkte Wechselwirkung mit ICAMS an der Ruhr-Universität Bochum erlaubt uns heute, Werkstoffthemen breiter anzugehen und unsere experimentellen Arbei-

In the reporting period, an Emmy Noether Group on Mechanical Twinning has been part of our chair. The head of this Emmy Noether Group was M. F.-X. Wagner, who is now a Professor for Materials Technology at the Technical University of Chemnitz. Moreover, there were four additional research groups at work at the Chair for Materials Science and Engineering. These focussed on atomistic and thermodynamic modelling of martensitic transformations (O. Kastner), materials for medical applications (M. Frotscher), mechanical characteristics of small systems (J. Pfetzinger-Micklich) and on microstructures of tempered martensitic ferritic steels (V. Yardley).

During the period covered by this report, we have been working closely and intensely with partners from industry and universities both in the fields of shape memory technology and high temperature materials. We know that we can only achieve our goals through cooperation, communication and discussion with other researchers. Here, I refer not only to the academic field, but in particular to the research and development departments and production facilities in industry.

Since 2008, an Advanced Study Group led by J. Frenzel has been in action, associated with the new Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS). We played a major role in bringing ICAMS to the Ruhr-Universität, a public private partnership project with a volume of over 20 million euros spread over five years. ICAMS is supported by the German state of North Rhine Westphalia and by a consortium of partners from industry. We contributed in appointing three ICAMS professors and in establishing ICAMS at our university.

The direct interaction with ICAMS places us today in the enviable position of being able to approach materials science subjects more broadly, allows us to link our

ten mit Theorie und mit skalenübergreifender Modellierung zu verbinden. Mit ICAMS haben die Materialwissenschaften an der Ruhr-Universität Bochum eine überkritische Größe erreicht und sind auch international zu einem Begriff geworden.

Die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder hat unsere Arbeiten und unsere Aufstellung beeinflusst. Wir haben bei der Einwerbung der Ruhr University Research School mitgeholfen, wo die Materialwissenschaften als eines der zentralen Forschungsthemen der Ruhr-Universität genannt werden. Unsere Bemühungen um zwei Exzellenzcluster in den beiden Antragsphasen sind zwar knapp gescheitert, die dort angedachten Konzepte und strukturellen Maßnahmen konnten aber mittlerweile umgesetzt werden. Gerne haben wir uns an der Neustrukturierung der Ruhr-Universität beteiligt, und wir freuen uns über die neue, positive Stimmung an unserer Universität, die unsere Forschungsarbeiten nachhaltig unterstützt.

Besonders in der Lehre gab es im Berichtszeitraum einschneidende Veränderungen. Das hängt einmal mit dem starken Anstieg der Studierendenzahlen zusammen. Es wird wieder eng in den Hörsälen, und kaum jemand erinnert sich mehr an die niedrigen Studierendenzahlen und die schlecht besuchten Vorlesungen der Jahrtausendwende. Das hat zum Anderen mit der Einführung des zweistufigen Bachelor/Master-Systems zu tun, das das frühere Diplom-Studium ersetzt hat.

Wir gehen dabei davon aus, dass jedem klar ist, dass das Niveau und die Fachkenntnisse, die früher durch den erfolgreichen Abschluss eines Diplomstudiengangs erworben wurden, nicht in einem auf 6 oder 7 Semester verkürzten Bachelorstudium erarbeitet werden können. Gut ausgebildete Ingenieure mit der Fähigkeit zum selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten sind für die Bundesrepublik

experimental work with theory and to connect it with modelling spanning all length scales. Together with ICAMS, Materials Science at the Ruhr-Universität Bochum has now exceeded a critical mass and enjoys international recognition.

The Excellence Initiative sponsored by the German Federal Government and the German States has influenced our work and our current position. We helped win the Ruhr University Research School project where Materials Science is one of the main pillars of research. In spite of the fact that our best efforts to set up two Clusters of Excellence failed, both missing the mark in the first stages of application, important parts of our proposed new concepts and structural measures have in the meantime been implemented. We have supported the restructuring of our Ruhr-Universität and are gratified by the fresh, positive frame of mind, uplifting and providing a positive and supportive frame for our research.

Decisive changes took place during the period under review, not least in the area of teaching. On the one hand, these were connected with a significant increase in student numbers – the lecture theatres are crowded, almost no one remembers the low number of students and the sparsely attended lectures at the turn of the century. On the other hand, they have to do with the introduction of the new two-stage Bachelor/Masters system, which has replaced the former German Diploma course of studies.

We trust that it is obvious to all concerned that the level of knowledge and expertise which were bestowed by the successful completion of a Diploma course of studies cannot be acquired in a Bachelors course lasting a mere 6 or 7 semesters. Well-educated engineers possessing the ability to conduct independent scientific work on their own initiative are vital for our Federal Republic of Germany. In order to

Deutschland unverzichtbar. Für die Anforderungen, die die Schlüsselbereiche der Zukunft *Energie, Gesundheit, Transport* und *Umwelt* stellen, werden hervorragend ausgebildete Werkstoffingenieurinnen und -ingenieure gebraucht. Dies gilt nicht nur für die Bundesrepublik Deutschland allgemein, sondern insbesondere für das Ruhrgebiet als Werkstoffregion und für Nordrhein-Westfalen als Werkstoffland. Wir brauchen im Werkstoffbereich exzellente Ideen, hervorragende Lehre und einen intensiven Technologietransfer.

meet the demands of the key, future-orientated areas of energy, health, transport and the environment, materials engineers with an excellent educational background will be needed. This applies not only to the Federal Republic of Germany in general, but especially to our Ruhrgebiet as a materials region and to North Rhine Westphalia as a materials state in particular. In the materials area, we need excellent ideas, outstanding teaching and permanent technology transfers from universities to industry.



Bild 5: Berlin-Exkursion des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft im Januar 2010 (im Hintergrund: Das Brandenburger Tor). **Fig. 5:** *Members of the Chair for Materials Science and Engineering visit Berlin in January 2010 (in the background: the Brandenburg Tor).*

Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft sind wir in der Lehre auch durch die Entwicklungen im Rahmen der International Max Planck Research School für Surface and Interface Engineering of Advanced Materials (SurMat) betroffen, für die an der Ruhr-Universität C. Somsen zuständig ist.

At the Chair for Materials Science and Engineering, we also teach classes within the framework of the International Max Planck Research School for Surface and Interface Engineering of Advanced Materials (SurMat), for which C. Somsen is responsible at the Ruhr-Universität Bochum.

Nach sechs erfolgreichen Jahren wurde SurMat von einer internationalen Expertenkommission positiv bewertet. SurMat wird deshalb für weitere sechs Jahre gefördert. Wir haben außerdem einen neuen internationalen Masterstudiengang *Materials Science and Simulation* mitgestaltet, der im Umfeld von ICAMS eingerichtet wird und von der Fakultät Maschinenbau getragen wird. Dieser englischsprachige Studiengang hat im Wintersemester 2010/2011 unter der Leitung von A. Hartmaier (ICAMS) seine Arbeit aufgenommen.

Neben Forschung und Lehre tobt das Tagesgeschäft, um das sich an vorderer Front K. Neuking kümmert. Im Berichtszeitraum sind aufwändige Umstrukturierungsmaßnahmen in einem Maße erfolgreich vorangetrieben worden, die man früher nicht für möglich gehalten hätte. Dazu gehören der Umzug und die Umorganisation der Werkstatt des Instituts für Werkstoffe, die heute gemeinsam mit der Werkstatt des Instituts für Thermo- und Fluidmechanik unter Leitung von Ch. Gramann eine neue, schlagkräftige Einheit bildet. Dazu gehört der Aufbau der Labore von A. Ludwig in Teilbereichen der Räume der früheren Institutswerkstatt. A. Ludwig hat sich im Berichtszeitraum vom Juniorprofessor am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft zu einem erfolgreichen W3-Professor auf dem Gebiet der Werkstoffe der Mikrotechnik entwickelt, der heute das interdisziplinäre Materials Research Department (MRD) der Ruhr-Universität Bochum leitet. Zu nennen sind hier auch die infrastrukturellen Anpassungen, die notwendig waren, um die Computer von ICAMS in Teilen der früheren Laborräume des Instituts für Werkstoffe unterzubringen.

Zu nennen wäre hier vor allem der Umzug unseres Lehrstuhls in ein neues Gebäude, der unmittelbar bevorsteht, wobei aufgrund unserer aufwändigen Laborausstattung weitreichende Planungen erforderlich sind.

After six successful years, SurMat has been positively evaluated by an international commission of experts, and will therefore receive funding for a further six years. In addition, we were involved in devising a new international Masters course of study entitled Materials Science and Simulation, which will be set up around ICAMS and which will be run by our Faculty of Mechanical Engineering. This course of study, taught in English, has commenced under the direction of A. Hartmaier (ICAMS) in the winter semester 2010/2011.

In parallel to research and teaching, the lively day-to-day business of the Chair was handled by K. Neuking, strategically positioned on the frontline. Complicated reorganizational measures have been successfully driven forward to an extent that previously nobody would have believed possible. These include the relocation and reorganisation of the Institute for Materials' workshop, which together with the workshop of the Institute of Thermo and Fluid Mechanics is today an extremely effective new unit, under the direction of Ch. Gramann. Also, A. Ludwig's laboratories have been set up in some of the space vacated by the former workshop. During this reporting period, A. Ludwig has risen from the rank of Junior Professor at our Chair to become a successful W3 Professor in the field of Materials for Microtechnology. He is today director of the interdisciplinary Materials Research Department (MRD) of the Ruhr-Universität Bochum. The modifications which needed to be made to the infrastructure in order to accommodate the ICAMS computers in some of the space occupied by the former laboratories of the Institute for Materials also need to be mentioned.

Not to forget the imminent relocation of the Chair to a new building; far-reaching planning is necessary due to the complexity of our laboratory infrastructure.

Wichtig für einen gut funktionierenden Lehrstuhl ist vor allem ein gutes Mikro-management, für das am Lehrstuhl Frau S. Römer, unsere Lehrstuhlsekretärin, zuständig ist. Sie organisiert die Besuche unserer zahlreichen nationalen und internationalen Gäste und organisiert Veranstaltungen, über die wir noch berichten werden. Sie hat auch die Exkursionen des Lehrstuhls nach Berlin (Januar 2010, Bild 5) und Hamburg (Januar 2011, Bild 6) organisiert.

In Berlin besuchten wir das Berliner Helmholtz-Zentrum für Materialien und Energie (Gastgeberin: Prof. A. Kaysser-Pyzalla) und die Bundesanstalt für Materialforschung (Gastgeberin: Prof. B. Skrotzki). Im Rahmen der Hamburg-Exkursion besuchten wir das GKSS-Institut zur Mg-Forschung (Gastgeber: Prof. U. Kainer) und die Reparaturwerft der Lufthansa (Gastgeber: Dr.-Ing. M. Hammerschmidt).

Auch wenn in diesem Vorwort nicht alle genannt werden können, so haben doch alle Mitglieder des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft an seinem Erfolg im Berichtszeitraum Anteil.

Deshalb ist dieser Bericht auch ein Dank an Alle, die zu unserem Erfolg beigetragen haben. Ich bedanke mich bei allen externen Kräften, die den notwendigen Rückenwind geliefert haben, den man auch bei engagiertem Einsatz für das Erreichen von hochgesteckten Zielen braucht.

Wir danken

- dem Wissenschafts- und Innovationsministerium von Nordrhein-Westfalen, das unsere Lehr- und Forschungsaktivitäten immer unterstützt hat;

- den Mitarbeiterinnen/Mitarbeitern der zentralen Universitätsverwaltung der Ruhr-Universität Bochum und den beiden

Excellent micro-management is vital to the running of an effective Chair and this is provided for us by Ms. S. Römer, our Chair secretary. She organises the visits of our many guests, who come from both within Germany and abroad. She is central in organising meetings and symposia – but more of that later. She organised the Chair's excursions to Berlin (January 2010, Fig.5) and Hamburg (January 2011, Fig. 6).

During the Berlin excursion, we visited the Berlin Helmholtz Centre for Materials and Energy (host: Prof. A. Kaysser-Pyzalla) and the Federal Institute for Materials Research and Testing (host: Prof. B. Skrotzki). In Hamburg we had the opportunity to visit Prof. U. Kainers Mg-Institute at the GKSS and to see the impressive workshops of Lufthansa (host: Dr.-Ing. M. Hammerschmidt).

It is impossible to mention everyone by name in this introduction, but it goes without saying that all of the members of the Chair for Materials Science and Engineering played their part in achieving our goals in the reporting period.

This report is therefore a big Thank You to all those who contributed to our success. Even when everyone involved is fully committed and working hard one needs help to achieve ambitious goals. I would therefore also like to thank all those from outside who helped us to achieve our goals.

We would like to thank

- the Ministry of Science and Innovation in North Rhine Westphalia, which unfailingly supported our teaching and research activities;

- the staff at the Central Administration of the Ruhr-Universität Bochum and the two Rectors G. Wagner and E. Weiler,

Rektoren G. Wagner und E. Weiler, die die Ruhr-Universität im Berichtszeitraum geleitet haben, dem Prorektor U. Eysel und unserem Kanzler G. Möller sowie Dr. M. Buschmeier für ihre Unterstützung;

- der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum, der unser Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft angehört, und insbesondere den Dekanen Profs. V. Scherer, H. Meier und W. Theisen;

- meinen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Werkstoffe, M. Bartsch (DLR), H. Berns, A. Dlouhy (IPM Brno), R. Drautz (ICAMS), A. Hartmaier (ICAMS), E. Hornbogen, S. Huth, A. Kasser-Pyzalla (HZ Berlin), A. Ludwig, M. Pohl, I. Steinbach (ICAMS), D. Stöver (FZ Jülich), M. Stratmann (MPIE), W. Theisen, R. Vaßen (FZ Jülich) und V. Yardley für ein ausgezeichnetes Arbeitsklima;

- meinen Kollegen vom MPIE Düsseldorf, M. Stratmann, J. Neugebauer und D. Raabe, die mich als Max-Planck-Fellow am Max-Planck-Institut für Eisensforschung (MPIE) aufgenommen haben, wo ich seit Mai 2010 eine Forschungsgruppe *High Temperature Materials* leite;

- allen unseren wissenschaftlichen Freunden aus dem In- und Ausland, die uns besucht und die mit uns gearbeitet haben;

- der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG), der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM), der Deutschen Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DLR), der Max-Planck Gesellschaft (MPG) und dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute (VDEh);

- allen Fachkolleginnen und -kollegen unserer Scientific Community, die uns immer dann, wenn es notwendig und wichtig war, geholfen haben;

- unseren Partnern aus der Industrie und allen anderen, die uns unterstützt haben.

who oversaw the Ruhr-Universität during the reporting period, our Pro-Rector for research U. Eysel and our Chancellor G. Möller and Dr. M. Buschmeier for their help;

- the Faculty of Mechanical Engineering at the Ruhr-Universität Bochum to which our Chair belongs, and in particular the Deans V. Scherer, H. Meier and W. Theisen;

- my colleagues at the Institute for Materials Science, M. Bartsch (DLR), H. Berns, A. Dlouhy (IPM Brno), R. Drautz (ICAMS), A. Hartmaier (ICAMS), E. Hornbogen, S. Huth, A. Ludwig, M. Pohl, A. Pyzalla (HZ Berlin), I. Steinbach (ICAMS), D. Stöver (FZ Jülich), M. Stratmann (MPIE), W. Theisen, R. Vaßen (FZ Jülich) and V. Yardley for an excellent working atmosphere;

- my colleagues from the MPIE Düsseldorf, M. Stratmann, J. Neugebauer and D. Raabe, who integrated me as a Max-Planck Fellow at the Max-Planck-Institut für Eisensforschung (MPIE), where I lead the High Temperature Materials Research Group since May 2010;

- all of our international friends who have visited and worked with us;

- the German Research Society (DFG), the German Society for Materials Science (DGM), the German Aerospace Centre (DLR), the Max Planck Society (MPG) and the German Iron and Steel Institute (VDEh);

- all colleagues belonging to our international scientific community who always provided help when it was important and when we needed it;

- our partners from industry and those many others who have supported us.

Anerkennungen durch Fachkolleginnen und -kollegen stellen für jeden Wissenschaftler eine besondere Ehre dar. Deshalb habe ich mich über meine Berufung in die Nordrhein-Westfälische Akademie der Wissenschaften und der Künste 2008 und über meine Berufung als Max Planck Fellow ans MPIE in Düsseldorf 2010 sehr gefreut.

Wir alle können auf den Ruf an M. Wagner nach Chemnitz stolz sein, der dort heute eine Professur für Werkstofftechnik bekleidet. Auch die erfolgreiche Bewerbung von J. Pfetzing-Micklich um ein DFG-Stipendium im Rahmen der materialwissenschaftlichen Exzellenzakademie des Jahres 2010 soll hier vorab genannt werden.

Und nicht zuletzt ist es uns gelungen, einen neuen SFB/Transregio einzuwerben, mit dem wir nahtlos an den auslaufenden SFB459 anknüpfen. Wir konnten diesen SFB/Transregio 103 zu einer neuen Generation einkristalliner Superlegierungen gemeinsam mit den Werkstoffwissenschaftlern der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und unseren Partnern vom DLR (Köln), MPIE (Düsseldorf) und FZ Jülich auf den Weg bringen.

Diese Auszeichnungen und Erfolge spiegeln die Leistung aller Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft wider, denen ich hier noch einmal herzlich für ihren Einsatz und für ihre Unterstützung danken möchte. Dies gilt auch für unsere Studierenden, die als HiWis im Tagesgeschäft und mit ihren wissenschaftlichen Arbeiten entscheidende Beiträge geliefert haben.

Wir blicken zuversichtlich in eine Zukunft, für die ich allen Lesern dieses Berichts alles Gute wünsche. Glückauf!

For every scientist, recognition by colleagues active in the field is a particular honour. I was therefore extraordinarily pleased to be asked to join the North Rhine Westphalian Academy of Sciences and Arts in 2008 and by my nomination as a Max Planck Fellow at the MPIE in Düsseldorf in 2010.

We congratulate M. Wagner who since early 2010 holds a Professorship for Materials Technology in Chemnitz. J. Pfetzing-Micklich's successful application for a DFG grant in the context of the Materials Science Academy of Excellence in 2010 also deserves a special mention.

And last but not least we successfully launched the new SFB/Transregio 103, which seamlessly follows onto the SFB459, which reached its scheduled end of funding in December 2011. We successfully applied for this new SFB /Transregio together with the material scientists of the Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, and with our partners from DLR (Cologne), MPIE (Düsseldorf) and the Research Centre Jülich (FZ Jülich).

These distinctions reflect the efforts put in by all members of staff at the Chair for Materials Science and Engineering and I would like to take this opportunity to thank them most warmly once more. This also applies to our students who during their jobs as student assistants and by means of their scientific work participated considerably.

As we look confidently to the future, I would like to wish our readers all the best, or as we like to say here: Glückauf!

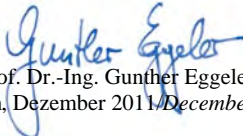

Prof. Dr.-Ing. Gunter Eggeler
Bochum, Dezember 2011 / December 2011



Bild 6: Während der Hamburg-Exkursion im Hafen (Januar 2011).
Fig. 6: During the Hamburg excursion in the harbour (January 2011).

2. Lehrstuhlmitglieder

Hier sind alle diejenigen Mitglieder unseres Lehrstuhls aufgelistet, die im **November 2011** aktiv waren. Außerdem führen wir diejenigen auf, die im Berichtszeitraum bei WW aktiv waren und uns verlassen haben. Eine aktuelle Liste der Mitglieder kann auf unserer Internetseite eingesehen werden.

2. Members of our Chair

*Here we list all members of our Chair who were active in **November 2011**. Moreover, we list all those, who worked at MSE and left our Chair in the reporting period. Our up to date web page lists all those who can be reached at MSE.*

Internetseite des Lehrstuhls WW

web page of our Chair

<http://www.ruhr-uni-bochum.de/ww>

Telefon WW

e-mail:

phone MSE

0234 32 - 23022

++49 234 32 - 23022

Leitung

director

Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler

gunther.eggeler@rub.de

-23022

Lehrstuhlsekretariat WW

secretary MSE

Suzana Römer

suzana.roemer@rub.de

-23022

Akademische Räte

(permanent) academic staff

Dr. rer. nat. Klaus Neuking

klaus.neuking@rub.de

-24024

Dr. rer. nat. Christoph Somsen

christoph.somsen@rub.de

-26041

Dr.-Ing. Jan Frenzel

jan.a.frenzel@rub.de

-22547

SFB-Sekretariat

SFB secretary

Frank Smetz

frank.smetz@rub.de

-25917

weitere Professoren*other professors*

Juniorprof. Dr. Victoria Yardley	victoria.yardley@rub.de	-28432
Prof. em. Dr.-Ing. E. Hornbogen	erhard.hornbogen@rub.de	-27494

wissenschaftliche MitarbeiterInnen*academic staff*

Leonardo Agudo (leonardo.agudo@rub.de, -29159), Alireza Basir Parsa (alireza.basirparsa@rub.de, -27898), Hinrich Buck (hinrich.buck@rub.de, -29343), Timo Depka (timo.depka@rub.de, -29343), Jenna-Kathrin Heyer (jenna-kathrin.heyer@rub.de, -25934), Stefanie Jaeger (stefanie.jaeger@rub.de, -27349), Elisa Janzen Kassab (elisa.janzenkassab@rub.de, -25910), Burkhard Maaß (burkhard.maass@rub.de, -22040), Safa Mogharebi (safa.mogharebi@rub.de, -29109.), Philipp Nörtershäuser (philipp.noertershaeuser@rub.de, -29343), Janine Pfetzing-Micklich (janine.pfetzing@rub.de, -25934), Mustafa Rahim (mustafa.rahim@rub.de, -22040), Christopher Rynio (christopher.rynio@rub.de, -28982), Ramona Rynko (ramona.rynko@rub.de, -27898), Andreas Schäfer (andreas.schaefer@rub.de, -27349), Tobias Simon (tobias.simon@rub.de, -22040), Alexander Straumal (alexander.straumal@rub.de, -28982), Philip Wollgramm (philip.wollgramm@rub.de, -29109), Jian Zhang (zhang.jian@rub.de, -29159).

technische MitarbeiterInnen*technicians*

Peter Anlauf (peter.anlauf@rub.de, -22549), Marius Bienek (marius.bienek@rub.de, -22543), Kevin fanenbruck (kevin.fanenbruck@rub.de, -22549), Kevin Hubert (kevin.hubert@rub.de, -22549), Susanne Jordans (susanne.jordans@rub.de, -25920), Norbert Lindner (lindner@wp.rub.de, -25960), Heinz Nöcker (heinz.noecker@rub.de, -25916), Marcel Peucker (marcel.peucker@rub.de, -22549), Dietmar Rose (dietmar.rose@rub.de, -25935), Michael Schösser (michael.schloesser@rub.de, -25935), Kornelia Strieso (kornelia.strieso@rub.de, -25903).

Studenten/Studentinnen (SHKs)*student assistants*

Florian Benesch (flo_ben@t-online.de, 23085), David Bürger (david.buerger@rub.de, 23085), Paulo Calvo Alfaro (paulo.calvoalfaro@rub.de, 23085), Peer Decker (peer.decker@rub.de, 25931), Shirin Fahimi (shirin.fahimi@rub.de, 25931), Ahmad Fakhil (ahmad.fakhil@rub.de, 25931), Verena Firley (verena.firley@rub.de, 25907), Philipp Hallensleben (philipp.hallensleben@rub.de, 23085), Mark hilleringmann (mark.hilleringmann@rub.de, 23085), Adam Kazuch (adam.kazuch@hotmail.de, 25931), Carl Klein (carl.klein@rub.de, 25931), Axel Marquardt (axel.marquardt@rub.de, 23085), Soheyl Mogharebi (sohey185@gmail.com, 23085), Annika Neumeister (annika.neumeister@rub.de, 28257), Reinhard Ose (reinhard.ose@gmail.com, 23085), Natalia Rezanka (natalia.rezanka@gmx.de, 25931), Nikolai Wiczorek (nikolai.wiczorek@rub.de, 23085), Sangni Wu (sangni.wu@rub.de, 23085), Jenni Kristin Zglinski (jenni.zglinski@rub.de, 23085).

WW haben verlassen*left our Chair*

Wiss. Mitarbeiter(innen)/academic staff: A. Abu-Zarifa, A. Aghajani, J. Burow, S. R. Dey, Sh. Dzaszyk, M. Frotscher, S. Gollerthan, Ch. Großmann, A. Kröger, D. Kurumlu, Th. Lierfeld, G. Mälzer, B. Monchev, L. Neelakantan, J. Olbricht, F. Otto, E. Payton, D. Peter, R. Prasad, R. Rajagopal, J. Rao, F. Richter, C. Schmidt, K.-G. Tak, Z. Wu, S. Youcheu-Kemtchou, M. Young, Z. Wu, N. Zotov;

Habilitationen/Habilitations: O. Kastner, M. F.-X. Wagner;

Techniker/technicians: G. Backwinkel, G. Bornscheuer, D. Dröfke, F. Franke, M. Hühner, A. Meggers, D. Pruß, G. Schürmann, R. Wendhof, I. Wittkamp;

Diplom- und Masterabschlüsse/Dipl.-Ing. and MSc. graduates: F. Benesch, D. Herberg, A. Hooge, A. Khodorovskyy, S. Kneip, G. La Paglia, S. Rezanka, U. Schulz, P. Tchahoff, M. Wewer;

Bachelor-Abschlüsse/Bachelor graduates: T. Hülsmann, A. Lahni;

Studenten (SHKs)/student assistants:

Y. Adigüzel, M. Aicheler, F. Basner, T. Birk, C. Blecking, B. Gilamariam, C. Gülderen, S. Grobelny, H. Gu, T. Galonska, J. Grabowitz, C. Haberland, S. Henschel, J. Hiebeler, F. Ihling, M. Krings, L. Lückemeyer, L. Köllner, D. König, A. Mazur, H. Yintchi Mbakop, A. Monas, D. Möllenbrink, A. Paulsen, B. Schulte, K. Schulte, P. Thome, V. Tipura, M. Voicu, A. Wiczorek.



Bild 7: Mitglieder des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft, September 2010.

Fig. 7: *Members of the Chair for Materials Science and Engineering in September 2010.*

3. Rückblick

6-Jahresbericht: Unser letzter Aktivitätsbericht war ein 10-Jahres-Überblick, der die Jahre von meiner Amstübernahme an der Ruhr-Universität Bochum im Jahr 1995 bis Ende 2005 abdeckte. Wir hatten verschiedene Hinweise auf die ungewöhnliche Länge dieses ersten Berichtszeitraums erhalten. Deshalb freuen wir uns, es diesmal nach immerhin schon sechs Jahren geschafft zu haben. Wir berichten hier über die Jahre 2006 bis 2011.

Dabei wollen wir nicht streng chronologisch vorgehen, sondern wichtige Entwicklungslinien, Themen und Vorgänge geschlossen beschreiben.

3. Looking Back

Six Year Report: Our last activity report covered a period of ten years, from the time I took up office at the Ruhr-Universität Bochum in 1995 until the end of 2005. We received a number of comments from various quarters remarking upon the extraordinary length of this first reporting period. We are therefore pleased to present this, our second report, a mere six years after the first, taking stock of events from 2006 until 2011.

We do not intend to proceed chronologically, but will report important lines of development, topics and events as episodes, complete in themselves.

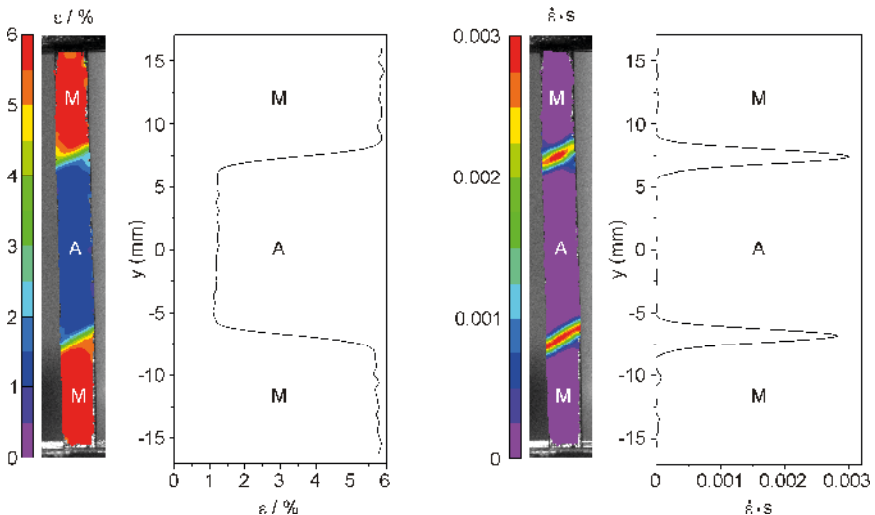


Bild 8: Lokalisierte Umwandlung mit Lüdersbandausbreitung bei der spannungsinduzierten Martensitbildung in pseudoelastischem NiTi. Analyse einer Flachzugprobe mit digitaler Bildkorrelation (DIC). Links: Dehnungsverteilung. Rechts: Verteilung der Dehnrate, A. Schäfer.

Fig. 8: Localized transformation and Lüders band propagation during the stress induced formation of martensite in pseudoelastic NiTi. Analysis of a flat tensile specimen using digital image correlation (DIC). Left: Strain distribution. Right: Distribution of strain rates, A. Schäfer.

Sonderforschungsbereich Formgedächtnistechnik - SFB459: Der Berichtszeitraum wurde stark durch die dritte und vierte Förderphase des SFB459 *Formgedächtnistechnik* geprägt. Im Vorfeld der Begutachtungen für die jeweils dreijährigen Förderperioden wurden umfangreiche Forschungsanträge geschrieben, die immer einen starken zeitlichen Einsatz aller Beteiligten verlangten. Mit Spannung wurde die Entscheidung des DFG-Senats erwartet. Jede neue Bewilligung zieht eine Reihe arbeitsintensiver Aktivitäten nach sich, die vor Eintreffen des offiziellen Bewilligungsschreibens im Dezember der ausklingenden Förderperiode nicht in Angriff genommen werden können. Dies betrifft etwa die Einstellung von fast zwanzig Mitarbeitern zum 1. Januar des nächsten Jahres. Dies betrifft auch die Beschaffung von bewilligten Forschungsgeräten, die möglichst schnell im neuen Förderzeitraum zur Verfügung stehen sollen. So wurden zum Beispiel für die dritte Förderphase verschiedene mechanische Prüfmaschinen, ein Laser- und ein Wasserstrahlschneider genehmigt. Für die vierte Förderphase wurde ein elektrochemischer Messplatz, weitere Prüfmaschinen, ein Mask-Aligner und verschiedene Ausrüstungssätze für die Elektronenmikroskopie genehmigt. In der Regel wird nur ein Teil dieser Geräte von der DFG direkt finanziert. Der andere Teil muss über Großgeräteanträge beschafft werden. Mit Beginn einer neuen Förderphase werden verschiedene wissenschaftliche und finanzielle Zwischen- und Abschlussberichte fällig. Auch die Öffentlichkeitsarbeit - wie die Herausgabe aktueller Info-Faltblätter oder die Pflege der Internetseite - und andere Verwaltungsaufgaben können nur mit einem gut funktionierenden SFB-Sekretariat bewältigt werden. Im SFB459 wurden diese Arbeiten von F. Smetz und Dr. K. Neuking erledigt. Frau S. Römer war für das Layout der Anträge zuständig und organisierte die Begutachtungen.

Collaborative Research Centre on Shape Memory Technology - SFB459: *Our work during the period covered by this report was strongly influenced by the third and fourth phase of the SFB459, a collaborative research centre funded by the German Research Association (DFG). In the run-up to each of the assessments, extensive research proposals needed to be formulated. The decisions handed down by the Senate of the DFG were awaited with great anticipation. Each new phase of funding began with a series of activities which could not be initiated until the official written confirmation granting funding arrived in the December of the last funding period. This included activities such as employing almost 20 members of staff, to take up work on 1st January of the following year. This also involved procurement of the approved research equipment which needed to be obtained quickly in order to be available to reach the scientific objectives of the centre. A number of pieces of mechanical test equipment, a laser cutter and a high pressure water cutter were approved for the third phase. An electro-chemical test rig, more pieces of test equipment, a mask aligner and various sets of auxiliary equipment for the transmission electron microscopes had been approved for the fourth phase. As a rule, only some of this equipment would be funded directly by the DFG. The remaining apparatus needed to be applied for following a specific procedure relating to purchasing expensive instruments. At the beginning of each new phase, various scientific and financial reports, both intermediate and final, become due. There is also work involved in publishing up-to-date information leaflets or in maintaining our internet presence. This can only be mastered if an efficient, well-run SFB secretariat is in place. In SFB459 these tasks were carried out by F. Smetz and Dr. K. Neuking. Mrs. S. Römer lay-outed the research proposals and organised the research assessments.*

**Bild 9:**

SFB459 Sekretariat:
Frau Suzana Römer
(Lehrstuhlsekretärin),
Klaus Neuking (wiss.
Sekretär) und Frank
Smetz (SFB-Sekretär).

Fig. 9:

*Ms. Suzana Römer,
Dr. Klaus Neuking and
Frank Smetz support
the SFB459.*

Unser SFB459, der im Dezember 2011 endete, wurde noch in vier dreijährigen Förderphasen gefördert. Heute ist die Deutsche Forschungsgemeinschaft dazu übergegangen, in drei vierjährigen Phasen zu fördern. Wir halten dies auf der Grundlage unserer Erfahrungen für sinnvoll.

Our SFB459 which concluded at the end of 2011 was funded in four phases of three years each, as was then customary. Today, the DFG funds collaborative research centres in three four-year phases. We welcome this change, based upon the experience we gathered.

**Bild 10:**

Christina Schmidt und
Klaus Neuking in Dis-
kussion mit Gutachter
Prof. Winfried Petri / TU-
München bei Be-
gegnung im Juni 2008.

Fig. 10:

*Christina Schmidt and
Klaus Neuking discussing
with reviewer Prof.
Winfried Petri / TU-
München at the
assessment of the SFB459
in June 2008.*

Der SFB459, der das Tagesgeschäft an unserem Lehrstuhl seit dem Jahr 2000 entscheidend mitgeprägt hat, war ohne jeden Zweifel ein Gewinn für unsere Gruppe und für das ganze Institut für Werkstoffe. Eine ganze Reihe von infrastrukturellen Maßnahmen, vor allem

The SFB459, which has been decisively influencing the day-to-day business at our Chair since 2000, has been without question a great benefit to both our group and the Institute for Materials as a whole. We were able to argue that in order to meet the requirements of SFB459, an entire se-

Bau- und Umbauarbeiten, konnten mit Anforderungen des SFB459 begründet und realisiert werden. Viele wesentlichen Forschungsgeräte, die in den ersten dreißig Jahren des Instituts für Werkstoffe (1970-2000) beschafft wurden, konnten erneuert werden. Dies betrifft insbesondere die mechanischen Prüfmaschinen und die Mikroskope, zu denen bei uns teure Durchstrahlungselektronenmikroskope gehören, die wir für die Untersuchung von Ingenieurwerkstoffen verwenden. Junge Wissenschaftler konnten sich unter anderem mit Forschungsarbeiten aus dem Umfeld des SFB459 profilieren. Wir konnten Bochum als Standort für exzellente Formgedächtnisforschung weltweit sichtbar machen, und wir werden auch nach Ende des SFB459 ein Zentrum für Formgedächtnisforschung bleiben.

ries of infrastructural measures would be necessary - primarily construction and building modification work – these were then commissioned. We were able to refurbish a number of important pieces of research equipment which were acquired during the first thirty years of the Institute for Materials' existence (1970-2000). In particular, the mechanical testing equipment and the microscopes benefited, which in our case include expensive transmission electron microscopes, which we use to examine engineering materials. A number of young scientists were able to make a name for them with research work arising from the SFB459 environment. We were able to raise the profile and visibility of Bochum as a centre for excellent shape memory research worldwide and we will remain a centre for shape memory research after SFB459 has run its course.



Bild 11: Prof. Ewald Welp (links) mit PD Dr.-Ing. Oliver Kastner, Dennis Peter und Timo Depka bei der letzten Begutachtung unseres Sonderforschungsbereichs Formgedächtnistechnik im Juni 2008.

Fig. 11: Prof. Ewald Welp (left) together with PD Dr.-Ing. Oliver Kastner, Dennis Peter and Timo Depka at the last assessment of our research centre SFB459 on shape memory technology (June 2008).

Schmerzliche Verluste: Auch dieser traurigen Pflicht möchten wir nachkommen und über die tragischen Verluste der letzten 6 Jahre berichten: Am 1. Februar 2008 starb völlig überraschend Prof. Dr.-Ing. Ewald Welp, der mit mir gemeinsam Sprecher des SFB459 war (siehe Bild 11). Ihm war die erfolgreiche Einbindung unserer Industriepartner zu verdanken, und er hat die strategische Ausrichtung unseres Sonderforschungsbereiches entscheidend mitgeprägt. Wir trauern um Herrn Kollegen Welp, dem wir viel zu verdanken haben.

Am 23. Juli 2010 verstarb Herr Dr.-Ing. Knut Escher, der bei meinem Amtsantritt in Bochum die Stelle des Oberingenieurs innehatte. Knut Escher war es hervorragend gelungen, den Übergang von Herrn Hornbogens zu meiner Amtsführung reibungsfrei zu gestalten. Er hatte sich am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft mit Formgedächtnisaktoren und mit Fragen des Recyclings von Werkstoffen beschäftigt, bevor er einem attraktiven Angebot aus der Industrie folgte. Wir drücken seiner Familie unser tief empfundenes Beileid aus.

Heartfelt Losses: Sadly it is also our duty to report on the tragic losses of the last six years. On 1st February 2008, Prof. Dr.-Ing. Ewald Welp died suddenly and unexpectedly; he was, together with myself, Speaker of the SFB459 (see Figure 11). We have to thank him for the successful involvement and integration of our partners from industry; he also decisively influenced the strategic direction of our collaborative research centre. We mourn the passing of our Colleague Welp; we have so much to thank him for.

On 23rd July 2010, Dr.-Ing. Knut Escher died; he was the Chief Engineer of the Chair for Materials Science and Engineering when I took up office in Bochum. Knut Escher managed the transition from Prof. Hornbogen's command to mine smoothly and efficiently. At the Chair for Materials Science and Engineering he was involved in shape memory actuators and addressed questions pertaining to the recycling of materials, before he accepted an attractive offer from industry. We would like to express our deepest condolences to his family.



Bild 12 / Fig. 12: Dr.-Ing. Gülcan Göbenli, 2005.

Unsere bei allen Lehrstuhlmitgliedern sehr beliebte Kollegin und Mitarbeiterin, Dr.-Ing. Gülcan Göbenli, ist am

Our colleague and member of staff, Dr.-Ing. Gülcan Göbenli, who was extremely popular with everyone at the Chair, died in

23. August 2010 in Gelsenkirchen nach langer, schwerer Krankheit viel zu früh verstorben. Sie war in unserer Superlegierungsgruppe tätig und befasste sich mit dem Einfluss von mehrachsigen Spannungszuständen auf das Rafting in einkristallinen Superlegierungen. Sie hat die wissenschaftlichen Ergebnisse ihrer Doktorarbeit auf der internationalen Konferenz ICSMA 12 in Budapest vortragen. Auch hier sind wir sprachlos und drücken ihren Angehörigen unser Beileid aus.

Am 4. Januar 2006 verstarb Prof. Dr.rer.nat. Dr.h.c.mult. Bernhard Ilschner, bei dem ich in Erlangen studiert und in Lausanne habilitiert habe. Prof. Ilschner war Ehrendoktor der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum. Er war ein charismatischer Hochschullehrer unseres Faches, der viele junge Menschen für die Wissenschaft von den Werkstoffen begeistern konnte. Das gilt insbesondere für mich selbst und einige meiner engeren Studienkollegen. Er hat uns mit seinen hervorragenden Vorlesungen zur Thermodynamik und Kinetik von Strukturbildungsprozessen und zu mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen aus der Art von Müdigkeit erweckt, die junge Studierende mit intensivem Freizeitleben häufig am Erfassen wichtiger Zusammenhänge hindert. Seine Vorlesungen waren unterhaltsam, sie wiesen ein hohes Niveau auf und sie erklärten das Verhalten von Werkstoffen skalenübergreifend und mit Bezug zur Praxis. Bernhard Ilschner wird als einer der Mitbegründer der Wissenschaft von den Werkstoffen in der Bundesrepublik Deutschland angesehen. Es war ihm besonders wichtig, Probleme aus der Praxis aufzugreifen und mit Blick auf die jeweils kontrollierenden Elementarprozesse zu analysieren. Er hat seine Forschungsergebnisse in zahlreichen Veröffentlichungen publiziert und war Autor zweier Lehrbücher. Nach einem Studium in Physik, Mathematik und Chemie graduierte er in Theoretischer Physik,

Gelsenkirchen on 23rd August 2010 after a long, serious illness; she left us far too early. She was active in our superalloys group and studied the effect of multi-axial stress states on rafting in single crystal superalloys. She presented the scientific results of her doctoral thesis at the ICSMA 12 international conference in Budapest. We were rendered speechless by this turn of events and would like to express our heartfelt condolences to her family and friends.

On 4th January 2006, Prof. Dr.rer.nat. Dr.h.c.mult. Bernhard Ilschner died; I studied under him in Erlangen and habilitated under his guiding hand in Lausanne. Professor Ilschner was an Honorary Doctor of the Faculty of Mechanical Engineering at the Ruhr-Universität Bochum. He was a charismatic teacher of our discipline who inspired and fired many young people with enthusiasm for the science of materials. He brought this talent to bear on myself in particular and to a number of fellow students in my circle of friends. By means of excellent lectures on the thermodynamics and on the mechanical properties of materials, he succeeded in awakening young students, leading intense social lives, from the kind of lethargy which often prevents them from grasping important scientific contexts. His lectures were entertaining, delivered with sophistication and they explained the behaviour of materials spanning all length scales and the practical implications thereof. Bernhard Ilschner is recognised as one of the co-founders of the science of materials in the Federal Republic of Germany. It was particularly important to him to focus on problems from real life and to analyse them in terms of the controlling elementary processes. He disseminated the results of his research in a multitude of publications and was the author of two textbooks. After studying physics, mathematics and chemistry he graduated in theoretical physics, gained a doctorate in 1963 at the Rheinische Frie-

promovierte 1963 an der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität in Bonn und habilitierte an der Georg-August-Universität in Göttingen. Bis 1965 war er Privatdozent am dortigen Institut für Metallphysik. 1965 wurde Bernhard Ilschner auf den Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften I an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg berufen. Gleichzeitig wirkte er als Direktor des neu gegründeten Erlanger Instituts für Werkstoffwissenschaften. 1969 wurde Prof. Ilschner Prorektor und war von 1972 bis 1975 Rektor der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Von 1980 bis 1982 engagierte sich Bernhard Ilschner im Beirat für Wissenschafts- und Hochschulfragen des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus.

1981 wurde er in die deutsche Sektion des ständigen Büros der *Conférence des Grandes Écoles* berufen. 1982 wechselte Bernhard Ilschner auf den Lehrstuhl für Mechanisches Werkstoffverhalten an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Lausanne (Laboratoire de Métallurgie Mécanique à l'EPFL). In dieser Zeit hatte ich die Gelegenheit, zunächst als Postdoc (1985-87) und dann als Privatdozent (1990-95) in seiner Gruppe zu arbeiten. Damals habe ich persönlich und beruflich sehr viel von ihm profitiert.

1997 wurde Prof. Ilschner emeritiert. Bernhard Ilschner wurden eine Reihe von Auszeichnungen zuteil, darunter erhielt er 1974 den Bayerischen Verdienstorden, 1984 den Bayerischen Maximiliansorden für Wissenschaft und Kunst, 1994 den Ehrendoktor der Technischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, 1995 die Heyn-Gedenkmedaille der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e.V. und 1998, für sein Lebenswerk, den Ehrendoktor der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum.

drich-Wilhelms Universität Bonn and habilitated at the University of Göttingen; he was an adj. professor there until 1965 at the Institute for Metal Physics. In 1965, Bernhard Ilschner was appointed to the Chair for Materials Science I at the Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Simultaneously, he also held the position of Director of the newly-established Erlangen Institute of Materials Science. In 1969, Prof. Ilschner was appointed Prorektor and from 1972 until 1975 he was Rektor of the Friedrich-Alexander-Universität of Erlangen-Nürnberg. From 1980 until 1982 Bernhard Ilschner sat on the Advisory Committee for Scientific and University Affairs at the Bavarian Ministry of Education and Culture.

In 1981, he was appointed to the permanent office of the German Section of the Conférence des Grandes Écoles. In 1982 Bernhard Ilschner moved to the Chair for Mechanical Metallurgy at the Swiss Federal Institute of Technology in Lausanne (Laboratoire de Métallurgie Mécanique à l'EPFL). It was during this time that I had the opportunity to work in his group, initially as a post doc (1985-87) and then as a research associate (1990-95). During this period I profited greatly from him, both personally and professionally.

In 1997 Prof. Ilschner was conferred emeritus status. Bernhard Ilschner was awarded a number of honours; these include the Bavarian Order of Merit in 1974, the Bavarian Order of Maximilian for Science and Art in 1984, in 1994 an Honorary Doctorate from the Technical Faculty of the Friedrich-Alexander-Universität of Erlangen-Nürnberg, in 1995 the Heyn Memorial Medal from the German Society for Materials and in 1998 an Honorary Doctorate from the Faculty of Mechanical Engineering from the Ruhr Universität-Bochum.

Wissenschaftliche Laufbahnen: *Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig – Lehrstuhl Werkstoffe der Mikrotechnik:* Im letzten Aktivitätsbericht unseres Lehrstuhls konnten wir Alfred Ludwig noch als Juniorprofessor führen. Im Berichtszeitraum hat A. Ludwig viel erreicht. Heute trägt er als Leiter des Lehrstuhls *Werkstoffe der Mikrotechnik* die Geschichte des Instituts für Werkstoffe mit.

Sein Aufstieg auf der Karriereleiter begann mit einer erfolgreichen Bewerbung bei der DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft) um eine Heisenbergprofessur im Oktober 2007. Die Fakultät für Maschinenbau musste zur Unterstützung des Heisenbergantrags von A. Ludwig eine Planstelle ausweisen, auf die A. Ludwig nach Ablauf der von der DFG geförderten Heisenbergprofessur übernommen werden konnte. Hierfür schlugen die Professoren des Instituts für Werkstoffe die Stelle von Prof. Michael Pohl vor, der am Institut für Werkstoffe die Werkstoffprüfung vertritt. Wir halten das Fach von Michael Pohl für sehr wichtig und haben uns diesen Richtungswechsel keineswegs einfach gemacht. Aber die beiden Lehrstühle Werkstoffwissenschaft (Eggeler) und Werkstofftechnik (Theisen) können einen Teil der Forschungsaufgaben von Werkstoffprüfung (Pohl) mit abdecken. Das neue Element, das A. Ludwig mit seinem Forschungsthema in das Institut einbringt, verspricht, auch neue Forschungsrichtungen zu erschließen.

Scientific Careers: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig – Chair for Materials in Micro-Technology. In our last activity report, we listed Alfred Ludwig as a Junior Professor; during the period covered by this report, A. Ludwig achieved a great deal. Today as Director of the Chair for Materials in Micro-Technology, he now helps to carry the destiny of our Institute for Materials on his shoulders.

His progress up the career ladder began with a successful application for a Heisenberg Professorship with the German Research Association (DFG) in October 2007. In order to support A. Ludwig's Heisenberg application, the Faculty for Mechanical Engineering had to identify a permanent post to which A. Ludwig could be appointed after completion of the Heisenberg Professorship. To this end, the professors at the Institute for Materials suggested the post held by Prof. Michael Pohl, who headed Materials Testing at the Institute for Materials. We believe Michael Pohl's field to be extremely important and did not take the decision for this change in direction lightly. But then the two Chairs of Materials Science (Eggeler) and Materials Technology (Theisen) will be able to cover a portion of the research undertaken by Materials Testing (Pohl). The new element that A. Ludwig will introduce to the Institute with the research topic Materials for Micro-Technology promises to open new avenues of research.



Bild 13: A. Ludwig, Direktor des Materials Research Departments (MRD) der Ruhr-Universität und Rektor E. Weiler.

Fig. 13: A. Ludwig, director of the Materials Research Department (MRD) of the Ruhr-Universität together with Rektor E. Weiler.

In der Fakultät hatte Alfred Ludwig erheblichen Anteil am Aufbau der neuen Vertiefungsrichtung *Mikrotechnik*. Dem Vorschlag des Instituts für Werkstoffe wurde stattgegeben, Alfred Ludwig konnte seinen Antrag auf eine Heisenbergprofessur einreichen. Der Antrag wurde bewilligt. Etwa zeitgleich erfolgte der Umzug der Laboratorien von Alfred Ludwig vom Forschungsinstitut caesar an die Ruhr-Universität Bochum.

Außerdem arbeitete Alfred Ludwig an beiden materialwissenschaftlichen Exzellenzclusteranträgen der Ruhr-Universität Bochum mit. Diese Anträge waren zwar letztlich nicht erfolgreich, sie wurden dennoch wissenschaftlich positiv bewertet. Auf der Grundlage dieser Forschungsanträge konnten erhebliche Forschungsgelder eingeworben werden, mit denen das neue Materials Research Department (MRD) der Ruhr-Universität Bochum gegründet wurde. Heute wirkt das MRD als interdisziplinäre Forschungsplattform, die eine wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fakultäten erleichtert. Durch die Gründung des neuen Modellierungsinstituts ICAMS hat das MRD weiter an Gewicht gewonnen. Für den Aufbau des MRD hat Alfred Ludwig Entscheidendes geleistet. Er wurde von den materialwissenschaftlichen Kollegen der Ruhr-Universität zum ersten Direktor des MRD gewählt. Und mit den von ihm erarbeiteten Visionen und Richtlinien hat er Maßstäbe gesetzt. Parallel zu alledem, war er auch beim Einwerben von Drittmitteln erfolgreich. Und so kann es nicht überraschen, dass er mit der Bewilligung seines Verlängerungsantrags für die Heisenbergprofessur von unserem Rektor zum W3-Professor ernannt wurde. Wir gratulieren ihm zu diesem Erfolg ganz herzlich.

Im November 2010 organisierte Alfred Ludwig gemeinsam mit Ralf Drautz vom ICAMS eine sehr erfolgreiche internationale Konferenz im Veranstaltungs-

In the faculty, Alfred Ludwig played a significant part in the development of the new specialisation on micro-technology. Ultimately, the suggestion put forward by the Institute for Materials was approved and Alfred Ludwig was able to submit his application for a Heisenberg professorship. The application was accepted. At about the same time, Alfred Ludwig's laboratories were relocated from the Caesar Research Institute to the Ruhr-Universität.

In addition, Alfred Ludwig was involved in the Ruhr-Universität's two proposals for a materials science excellence clusters. At the end of the day both proposals failed, but after scientific evaluation was judged very positively. Based upon these research proposals, considerable research funds were secured with which the new Materials Research Department (MRD) of the Ruhr-Universität Bochum was founded. Today, the MRD acts as an interdisciplinary research platform which facilitates scientific cooperation between the various faculties. The establishment of the new ICAMS modelling institute has added further significance to the MRD. Alfred Ludwig played a decisive role in the establishment of the MRD. He was elected to the position of the first Director of the MRD by his materials science colleagues at the Ruhr-Universität Bochum and with the vision he has developed and the guidelines he drafted, he has set standards. In parallel to all of this, he was also successful in securing third party funding; it therefore came as no surprise when he was promoted to W3 Professor by our Rektor upon the approval of the extension of his Heisenberg professorship. We would like to take this opportunity to congratulate him most heartily upon this achievement.

In November 2010, together with Ralf Drautz from ICAMS, Alfred Ludwig organised a very successful international conference which took place in the con-

zentrum der Ruhr-Universität Bochum, mit dem Titel: *Materials discovery by scale-bridging high-throughput experimentation and modelling.*

vention centre of the Ruhr-Universität Bochum entitled Materials discovery by scale-bridging high-throughput experimentation and modelling.



Bild 14: An Bassisten herrscht in der Institutsband kein Mangel. Heute verstärkt uns hier auch Alexander Hartmaier, Direktor am ICAMS (Weihnachten 2008, hier zwischen Stephan Huth und Alfred Ludwig). **Fig. 14:** *The institute's band has no shortage in bass players. Alexander Hartmaier, director of ICAMS, also plays bass (Christmas 2008, here between Stephan Huth and Alfred Ludwig).*

Dr.-Ing. Martin Wagner – eine Blitzkarriere: Anfang 2007, nach seiner Rückkehr von der Ohio State University in Columbus USA, konnte Dr.-Ing. Martin Wagner zwei große persönliche Erfolge für sich verzeichnen. Er wurde als einer von 13 jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in das neu gegründete Junge Kolleg der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften aufgenommen. Von der Akademie wurde ihm für einen Zeitraum von vier Jahren ein Stipendium und wissenschaftliche Betreuung zugestanden. Außerdem war er mit seinem Antrag zur Einrichtung einer Emmy Noether-Nachwuchsgruppe, den er bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG gestellt hatte, erfolgreich. Im Emmy Noether-Programm beantragte Martin Wagner eine Förderung für ein Projekt zum Thema *Offene Fragen zur*

Dr.-Ing. Martin Wagner – a meteoric career path: At the beginning of 2007, after his return from the Ohio State University in Columbus USA, Dr.-Ing. Martin Wagner succeeded in achieving two major personal milestones. As one of only 13 young scientists, he was admitted to the newly-founded Junge Kolleg of the Academy of Sciences in North Rhine Westphalia. The Academy granted him a stipend and scientific supervision for a period of four years. In addition, his proposal to set up an Emmy Noether Junior Research Group was approved by the German Research Association DFG. Within the framework of the Emmy Noether programme, Martin Wagner applied for funding for a project on the subject of Unanswered Questions on Twin Formation in Functional and Structural Engineering Materials. On 26th January 2007,

Zwillingsbildung in funktionellen und strukturellen Ingenieurwerkstoffen. Er konnte seinen Antrag, der über fünf Jahre ein Gesamtvolumen von 1,5 Millionen Euro aufweist (für: vier Wissenschaftlerstellen, drei studentische Hilfskraftstellen, Kleingeräte, Verbrauchsmaterial, Reise- und Publikationskosten), am 26. Januar 2007 im DFG-Fachforum *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* erfolgreich vertreten. Mit seiner Emmy Noether-Gruppe hat Martin Wagner so erfolgreich und mit so großer nationaler und internationaler Sichtbarkeit gearbeitet, dass er bereits Ende 2009 einen Ruf auf eine W3-Profsur für Werkstofftechnik an die TU Chemnitz erhielt, dem er Anfang 2010 folgte. Wir wünschen ihm für seine weitere Karriere herzlich alles Gute!

he successfully presented his proposal to the DFG Forum for Materials Science and Technology; with a volume of 1.5 million euros, spread over five years, which covered four scientific posts, three student assistants, minor equipment, consumables, travel expenses and publication costs. With his Emmy Noether Group, Martin Wagner worked so successfully and achieved such a degree of national and international visibility that at the end of 2009 he received a call from the TU Chemnitz to a W3 professorship for materials technology, a call he followed at the beginning of 2010. We would like to take this opportunity to wish him all the very best on his future career path.

Dr.-Ing. Oliver Kastner – an der Schnittstelle zwischen Atomistik, Thermodynamik und Werkstoffen: Zum Ende des Berichtszeitraums hat Oliver Kastner eine Habilitation abgeschlossen, in der er mit vereinfachten atomistischen Rechnungen entscheidende Beiträge zu einem besseren Verständnis der martensitischen Umwandlung liefert. Oliver Kastner kam

Dr.-Ing. Oliver Kastner – at the interface of atomistics, thermodynamics and materials: Towards the end of this reporting period, Oliver Kastner completed a habilitation in which he made decisive contributions to a better understanding of the martensitic transformation, by means of simplified atomistic calculations. Oliver Kastner came to Bochum from the TU

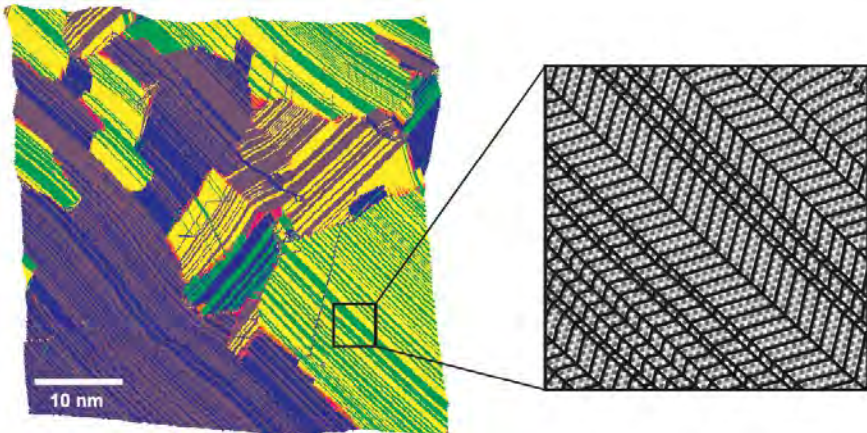


Bild 15: Titelbild der Habilitationsschrift von Oliver Kastner.
Fig. 15: Cover picture of the Habilitation of Oliver Kastner.

als letzter Doktorand von Prof. Ingo Müller von der TU Berlin nach Bochum. Dabei musste er zunächst bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft Geld für seine eigene Stelle einwerben. Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft baute er eine Modellierungsgruppe auf, für die er noch zwei weitere von der DFG finanzierte Mitarbeiter einwarb und für die er ein Rechnercluster installierte. Mit seinen wissenschaftlichen Arbeiten hat Oliver Kastner sehr schnell Anerkennung in der Scientific Community unseres Faches gefunden. Im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB459 leitete er im gesamten Berichtszeitraum das Mitarbeiterseminar, aus dem wichtige Impulse für die Antragstellung für die vierte Förderphase des Sonderforschungsbereichs 459 kamen.

Seine Habilitationsschrift mit dem Titel *Principle molecular dynamics simulations of lattice transformations in shape memory alloys* wurde bereits vor der offiziellen Veröffentlichung stark nachgefragt. Im Wintersemester 2010/2011 machte Oliver Kastner noch eine wichtige Erfahrung: Vor 500 Studierenden aus dem Maschinenbau, der Umwelttechnik und dem Sales Engineering hielt er die Einführungsvorlesung über Werkstoffe. Oliver Kastner wechselte im Sommer 2011 auf eine Wissenschaftlerstelle an das GeoForschungsZentrum Potsdam.

Stärkung wissenschaftlicher Zusammenarbeiten mit internationalen Partnern: Wissenschaftler des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft arbeiten intensiv mit Forschern aus aller Welt auf den Gebieten *Hochtemperaturverformung* und *Formgedächtnistechnik* zusammen. Im Berichtszeitraum wurden die Kontakte mit drei Partnern durch feste Verträge gestärkt.

Berlin and was the last doctoral student to work under Prof. Ingo Müller. Before he could start, he had to secure funding for his own post from the German Research Association (DFG). At the Chair for Materials Science and Engineering, he set up a modelling group, for which he then gained funding from the DFG for two additional members of staff, before installing a computer cluster. His scientific work quickly gained Oliver Kastner recognition amongst the scientific community in our field. Within the framework of our collaborative research centre on shape memory alloys, SFB459, he led the scientific staff seminar for the entire reporting period, which produced important impetus for the funding application for the fourth phase of SFB459.

His post-doctoral thesis (habilitation), entitled Principle molecular dynamics simulations of lattice transformations in shape memory alloys was much sought after, even before official publication. In the winter semester 2010/2011, Oliver Kastner experienced one more important event - he delivered the introductory lecture on the subject of materials in front of 500 students of mechanical engineering, environmental engineering and sales engineering. In summer 2011, Oliver Kastner took up a scientist position at the GeoForschungsZentrum Potsdam.

Strengthening the scientific collaboration with international partners: Scientists at the Chair of Materials Science and Engineering work very closely with researchers from around the world in the fields of high temperature deformation and shape memory technology. During the reporting period, the contacts to three of our partners were further strengthened by concluding written contracts with them.



Bild 16: Unterzeichnung des Memorandums of Understanding mit NIMS, Tsukuba; A. Ishida, Rektor G. Wagner and G. Eggeler, Januar 2006. **Fig. 16:** *Memorandum of Understanding with NIMS, Tsukuba, Japan; A. Ishida, Rektor G. Wagner and G. Eggeler, January 2006.*

NIMS, Tsukuba, Japan: Am 28. Januar 2006 wurde ein Memorandum of Understanding zwischen dem National Institute of Materials Science (NIMS, Tsukuba, Japan) und der Ruhr-Universität Bochum unterzeichnet. Dabei geht es um eine wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen den beiden Standorten auf dem Gebiet der Formgedächtnistechnik. Insbesondere sollten mit der Vereinbarung die guten Arbeitskontakte zwischen Prof. Akira Ishida's Arbeitsgruppe am NIMS und dem Sonderforschungsbereich 459 gestärkt werden. Dabei wurde auch der Austausch von Wissenschaftlern zwischen NIMS und der Ruhr-Universität Bochum ins Auge gefasst. Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft unterhält auch zu den NIMS-Forschungsgruppen von Prof. H. Harada (einkristalline Superlegierungen) und Prof. X. Ren (Smart Materials) gute Arbeitskontakte.

University of Tennessee: Im April 2009 unterzeichnete die Ruhr-Universität Bochum eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit mit der University of

NIMS, Tsukuba, Japan: On 28th January 2006, a Memorandum of Understanding was signed between the National Institute of Materials Science (NIMS, Tsukuba, Japan) and the Ruhr-Universität Bochum. The memorandum outlines the scientific collaboration between the two seats of learning in the field of shape memory technology. In particular, the agreement strengthens the good working relationship between Prof. Akira Ishida's research group at NIMS and our collaborative research centre SFB459. We also envisage the exchange of scientists between NIMS and the Ruhr-Universität Bochum. The Chair of Materials Science and Engineering also maintains good working ties to the NIMS research groups of Prof. H. Harada (single crystal superalloys) and Prof. X. Ren (smart materials).

University of Tennessee: In April 2009, the Ruhr-Universität Bochum signed an agreement of cooperation with the University of Tennessee, Knoxville, USA.

Tennessee, Knoxville, USA. Diese Zusammenarbeit geht auf den Kontakt zwischen George Pharr und Easo George (University of Tennessee and ORNL) und Gunther Eggeler zurück und soll vor allem die wissenschaftliche Zusammenarbeit im Bereich der mechanischen Eigenschaften kleiner Systeme stärken.

Xi'an Jiaotong University: Im September 2009 wurde ein Zusammenarbeitsabkommen zwischen der Jiaotong University in Xi'an/China und der Ruhr-Universität Bochum geschlossen. Ziel ist eine Stärkung der wissenschaftlichen Kooperation zwischen der Forschergruppe von Prof. Xiaobing Ren (Jiaotong University) und unserem Lehrstuhl auf dem Gebiet der Smart Materials.

Neuorganisation der Werkstatt des Instituts für Werkstoffe: Zuarbeit von einer sehr guten mechanischen Werkstatt ist für ein Institut für Werkstoffe unverzichtbar. Dies gilt insbesondere für unser Bochumer Institut, wo viele unserer Forschungsarbeiten eine enge Wechselwirkung mit der Institutswerkstatt erfordern. Man denke dabei an die Entwicklung zum Teil filigraner Proben, die aus schwer zu bearbeitenden einkristallinen Superlegierungen (Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft) oder Hartmetallen (Lehrstuhl Werkstofftechnik) gefertigt werden müssen. Aber auch die Anforderungen der Vakuumtechnologie, die am Lehrstuhl Werkstoffe der Mikro-technik gebraucht wird, müssen dabei berücksichtigt werden. Das Institut für Werkstoffe hatte seit Gründung der Ruhr-Universität Bochum eine eigene schlagkräftige Werkstatt. Nur mit sehr viel Zögern haben wir uns schließlich dazu entschlossen, ein Zusammenlegen unserer Werkstatt mit der Werkstatt des Instituts für Thermo- und Fluidodynamik ins Auge zu fassen. Hierfür gab es drei wichtige Gründe: Erstens gab Druck aus der Zentralebene diese Richtung vor. Es sollten viele kleine Werkstätten an der Ruhr-Universität Bochum durch wenige zentrale Einheiten ersetzt werden, dabei ging es

This cooperation is based upon the contacts between George Pharr and Easo George (University of Tennessee and ORNL) and Gunther Eggeler and will in particular strengthen the scientific cooperation in the field of the mechanical properties of small scale systems.

Xi'an Jiaotong University: In September 2009, a collaboration agreement between the Jiaotong University in Xi'an, China, and the Ruhr-Universität Bochum was concluded. The goal was to strengthen the scientific cooperation between the group of researchers led by Prof. Xiaobing Ren (of Jiaotong University) and our Chair in the field of smart materials.

Reorganization of the workshop of the Institute for Materials: Preliminary work carried out by a well-run, competent workshop is crucial for an Institute engaged in materials research. This applies particularly to our Institute in Bochum, where many of our research projects demand close, well-coordinated interaction with the Institute's workshop. A good example is the development of samples, some of them rather delicate, which were produced from difficult-to-machine, single-crystal superalloys (Chair for Materials Science and Engineering) or hard metals (Chair for Materials Technology). Moreover, the demands made of the vacuum technology that is used at the Chair for Materials in Micro-Technology should not be underestimated. The Institute for Materials has had at its disposal its own, exceedingly capable workshop ever since the founding of the Ruhr-Universität Bochum. After a great deal of hesitation and soul-searching, we finally took the decision to amalgamate our workshop with that of the Institute for Thermo and Fluid Dynamics. There were three important reasons for this decision. Firstly, pressure from the central level was urging us in that direction. There was a desire to replace the large number of small workshops at

auch um das Einsparen von Stellen. Es ist an einer Volluniversität wie der unseren oft gar nicht so leicht, verständlich zu machen, dass eine Werkstatt in einer forschenden Maschinenbau fakultät eine zentralere Rolle spielt als in manchen anderen Fakultäten.

Außerdem haben wir uns gemeinsam mit den Kollegen aus dem Institut für Thermo- und Fluidodynamik klargemacht, dass wir eine gemeinsame Werkstatt mit vereinten Kräften deutlich besser ausstatten können. Man kann sich die Kosten für teure Werkzeugmaschinen teilen, und eine höhere Zahl von Mitarbeitern in einer Werkstatt erlaubt einen stärkeren Grad an Spezialisierung und eine höhere Flexibilität beim Abwickeln von Aufträgen. Diese Sicht wurde auch von den beiden Meistern der alten Werkstätten, P. Anlauf (Werkstoffe) und Ch. Gramann (Thermo- und Fluidodynamik) mitgetragen. Und letztlich brauchten wir Raum für die Unterbringung der Forschungsapparaturen von Alfred Ludwig, der mit seinen Laboren vom Forschungszentrum caesar in Bonn zu uns an die Ruhr-Universität wechselte.

Alle drei Beweggründe führten schließlich dazu, dass wir gemeinsam mit dem Institut für Thermo- und Fluidodynamik diesen Schritt wagten. Die Räumlichkeiten des neuen Werkstattbereichs wurden von Grund auf renoviert. Für die neue gemeinsame Werkstatt wurden einige leistungsstarke neue Werkzeugmaschinen beschafft. Die Rollen in der neuen Gemeinschaftswerkstatt wurden neu definiert. Die neue Werkstatt steht heute unter der Leitung von Meister Ch. Gramann. Man darf sagen, dass die Fusion gelungen ist. Unsere gemeinsame Werkstatt ist heute sehr gut in der Lage, den hohen Anforderungen, die nicht zuletzt mit dem starken Wachstum unseres Instituts zusammenhängen, gerecht zu werden.

the Ruhr-Universität Bochum with a few central units, thus reducing headcount. At a university such as ours offering a comprehensive range of disciplines, we often have difficulty in explaining that a workshop in a research-based engineering faculty occupies a far more central role than in other areas.

Together with our colleagues from the Institute of Thermo and Fluid Dynamics, we decided that we would join forces and equip a common workshop to a significantly higher standard than previously achieved. We can share the cost of expensive machine tools, and a higher number of staff in the workshop allows a greater degree of specialization and greater flexibility when working on projects. This was also the view taken by the two foremen of the old workshops, Mr. P. Anlauf (materials) and Mr. Ch. Gramann (thermo and fluid dynamics). And finally, we needed space to house Alfred Ludwig's research equipment after he joined us at the Ruhr-Universität Bochum with his lab infrastructure from the Caesar Research Centre in Bonn.

In consideration of all three of these pressures, we finally took the decision for amalgamation, together with the Institute for Thermo and Fluid Dynamics. The premises of the new workshop were thoroughly renovated. A number of new, high-performance machine tools were procured for the new joint workshop. The roles in the new joint workshop were redefined. The new workshop is now under the direction of Ch. Gramann. It would be fair to say that the merger has been most successful. Our joint workshop is now very well placed to meet the enormous demands that are placed upon it, not least due to the strong growth our Institute for Materials has undergone in recent years.

Einrichtung von ICAMS an der Ruhr-Universität Bochum: An der Ruhr-Universität Bochum hat im Januar 2008 das Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) seine Arbeit aufgenommen. ICAMS hat die Materialforschung an der Ruhr-Universität Bochum auf eine neue Stufe gehoben. ICAMS verdanken wir letztlich einem Konzeptvorschlag des MPIE Düsseldorf aus dem Jahr 2005, der von Dr. T. Blumenau, Prof. J. Neugebauer und Prof. M. Stratmann verfasst wurde. Dieser wurde zunächst im Initiativkreis Ruhrgebiet diskutiert, mit dem Ziel, ein Leuchtturmprojekt mit hoher internationaler Sichtbarkeit zu schaffen. Ende 2005 / Anfang 2006 befasste sich das Rektorat sowie interessierte Fakultäten der Ruhr-Universität Bochum mit ICAMS.

Establishment of ICAMS at the Ruhr-Universität Bochum: In January 2008, the Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation took up work at the Ruhr-Universität Bochum. ICAMS has propelled the level of materials research at the Ruhr-Universität Bochum to new heights. At the end of the day, we owe the establishment of ICAMS to a concept proposed by the MPIE Düsseldorf in 2005, which was written by Dr. T. Blumenau, Prof. J. Neugebauer and Prof. M. Stratmann. This was first discussed in the Initiativkreis Ruhrgebiet, with the aim of creating a flagship project with high international visibility. In late 2005 and early 2006, the Rektor's Office as well as interested faculties at the Ruhr-Universität Bochum turned their attention to ICAMS.



Bild 17: Unterzeichnung des bilateralen Vertrages zwischen der Ruhr-Universität Bochum und ThyssenKrupp Steel (TKS) zur Einrichtung von ICAMS im November 2007. Vorne: Rektor E. Weiler und TKS-Finanzvorstand P. Urban. Hinten: G. Eggeler, V. Gregor-Bröcker (TKS Juristin) und K.-P. Imlau (Leiter des TKS Werkstoffkompetenzzentrums). **Fig. 17:** Signing the bilateral contract between the Ruhr-Universität Bochum and ThyssenKrupp Steel (TKS). In the front: Rektor E. Weiler and financial TKS director P. Urban, in the back: G. Eggeler, V. Gregor-Bröcker (TKS lawyer) and K.-P. Imlau (head of the competence centre for materials of TKS).

Im Auftrag des Rektors G. Wagner, der für die Einwerbung von ICAMS an die Ruhr-Universität verantwortlich zeichnete, arbeitete ich im Juli 2006 ein Konzept aus, dass an ThyssenKrupp geschickt wurde und auf dessen Grundlage schließlich die Ruhr-Universität den Zuschlag erhielt. Am 10. November 2006 wurde die Gründung von ICAMS an der Ruhr-Universität Bochum auf der Hauptsitzung *Stahl 2006* offiziell bekannt gemacht. Das Echo auf die Gründung von ICAMS war gewaltig. Schon lange nicht mehr hatte die Ruhr-Universität Bochum ein so nachhaltig positives Presseecho erfahren. An der Ruhr-Universität Bochum übernahm ich im Auftrag des Rektors die Leitung einer Arbeitsgruppe mit Mitgliedern aus allen interessierten Fakultäten, die die Einrichtung von ICAMS in Absprache mit unseren Partnern vom MPIE und den privaten und öffentlichen Förderern vorantrieb. Zunächst musste über die Einbindung von ICAMS in unsere Universität nachgedacht werden, ein realistisches Budget erstellt und ein Rahmenvertrag erarbeitet werden. Im Februar 2007 wurde ein Steering Committee eingesetzt, zu dem Dr. Klaus-Peter Imlau, Prof. Dr. Martin Stratmann und ich gehörten. Das Steering Committee zeichnete in der dann folgenden Gründungsphase für ICAMS verantwortlich.

Kurz darauf konnte die Rahmenvereinbarung zur Einrichtung des interdisziplinären Zentrums für materialwissenschaftliche Modellierung unterzeichnet werden. Zu den Gründerpartnern von ICAMS gehörten neben dem Land NRW, dem MPIE und den beiden Hochschulen RUB und RWTH die Industriepartner ThyssenKrupp (federführend), Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Robert Bosch GmbH, Bayer Materials Science AG und Bayer Technology Services AG. Bereits vor dem offiziellen Inkrafttreten der Rahmenvereinbarung wurde die Fakultät für Maschinenbau vom neuen Rektor der Ruhr-Universität Bochum, Herrn Prof. E.

In July 2006, on behalf of the Rektor G. Wagner, who was ultimately responsible for the acquisition of ICAMS for the Ruhr-Universität Bochum, I formulated a concept which was sent to ThyssenKrupp and which in the end won the award of ICAMS to the Ruhr-Universität. On 10th November 2006, the establishment of ICAMS at the Ruhr-Universität was officially announced at the main meeting of Stahl 2006. The response to the establishment of ICAMS was over-whelming. It has been a very long time since the Ruhr-Universität Bochum last experienced such sustained and favourable press coverage. On behalf of our Rektor, I took on the leadership of a working group at the Ruhr-Universität Bochum, consisting of members from all interested faculties, which drove forward the establishment of ICAMS, in consultation with our partners from the MPIE and the private and public sponsors. First of all, the integration of ICAMS into our University needed to be considered, a realistic budget had to be drafted and a framework agreement developed. In February 2007, a steering committee was set up, upon which Dr. Klaus-Peter Imlau, Prof. Dr. Martin Stratmann and I sat. The steering committee was responsible for the founding phase of ICAMS which then followed.

Shortly thereafter, the framework agreement on establishing the Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation (ICAMS) was signed. In addition to the state of NRW, the MPIE and the two universities RUB and RWTH, the founding partners of ICAMS consisted of associates from industry. These were ThyssenKrupp (chair), Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Robert Bosch GmbH, Bayer Materials Science AG and Bayer Technology Services AG. Even before the framework agreement officially came into force, the new Rektor of the Ruhr-Universität Bochum, Prof. Weiler, instructed the Faculty of Mechanical Engineering to initiate the procedure for

Weiler, beauftragt, ein Berufungsverfahren für die drei ICAMS-Professuren einzusetzen, die durch Mitglieder anderer Fakultäten und durch externe Mitglieder erweitert werden sollte. Ich wurde beauftragt, die Berufungskommission in Absprache mit allen beteiligten Parteien zusammenzustellen. Nach zwei Sitzungen der Berufungskommission und der Sichtung der eingegangenen Bewerbungen wurden die in die engere Wahl gezogenen Kandidaten zu Vorstellungsvorträgen eingeladen (vom 15. bis zum 17. Mai 2007). In der dritten Sitzung der Berufungskommission wurden die Wunschkandidaten ausgewählt und die Gutachter bestimmt.

Nachdem im Juni 2007 die Gutachten gesichtet und bewertet wurden, sprach Rektor Weiler im Sommer 2007 die ersten Rufe aus. Prof. Dr. Ralf Drautz aus Oxford, der als Gründungsdirektor von ICAMS nach Bochum kam, nahm im Januar 2008 seine Arbeit auf.

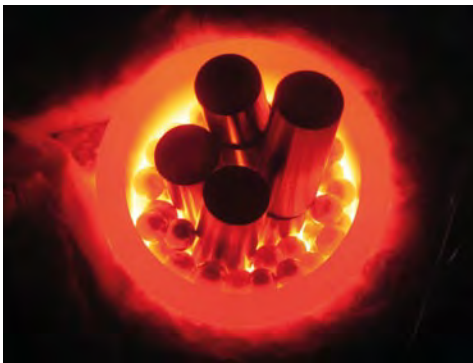


Bild 18: Vakuuminduktionsschmelzen von NiTi in einem Graphittiegel, J. Frenzel.

Fig. 18: Vacuum induction melting of NiTi in a graphite crucible, J. Frenzel.

Für unseren Lehrstuhl wäre noch nachzutragen, dass Dr.-Ing. Jan Frenzel beauftragt wurde, in der Aufbauphase des ICAMS die gesamte Ausstattung für das neue Institut zu beschaffen. Unser Lehrstuhl ist auch über die Advanced Study Group Input Data and Validation mit ICAMS verknüpft. ICAMS hat mit dem Eintreffen der Professoren Dr. Alexander Hartmaier und Dr. Ingo Steinbach sehr

the recruitment of three ICAMS professorships, to be augmented by members of other faculties and by external candidates. I was asked to assemble an appointments committee, in consultation with all interested parties. After two meetings of the appointments committee and after reviewing the applications received, the candidates on the short list were invited to give introductory presentations; these took place between 15th and 17th May 2007. This was followed by the third meeting of the appointments committee, during which the preferred candidates were selected and the assessors were determined.

After the fourth meeting of the appointments committee in June 2007, Rektor Weiler issued the first calls in the summer of 2007. Prof. Dr. Ralf Drautz from Oxford, who was also appointed to the post of Founding Director of ICAMS, took up work in January 2008.

For our Chair, it should be added that Dr.-Ing. Jan Frenzel was charged in the initial stages of ICAMS with assisting in the development phase, as all the equipment for the new institute had to be newly procured. Our Chair is also linked with ICAMS via the Advanced Study Group Input Data and Validation. With the arrival of the professors Dr. Alexander Hartmaier and Dr. Ingo Stein-

schnell Fahrt aufgenommen und arbeitet heute sehr erfolgreich mit internationaler Sichtbarkeit.

Doktorandenseminare: Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft erfolgt ein lebhafter Austausch zu den Fortschritten in der wissenschaftlichen Arbeit. Dieser findet auch im Rahmen von Doktorandenseminaren statt, die fern vom Tagesgeschäft veranstaltet werden. Im Berichtszeitraum fanden zwei Doktorandenseminare statt. Eines wurde von Timo Depka, Philipp Nörtershäuser und Deniz Kurumlu organisiert (25. bis 27. März 2009, Koblenz). Dort konnten wir das Seminar im Kolping-Haus abhalten. Das zweite Doktorandenseminar organisierte Safa Mogharebi gegen Ende des Berichtszeitraums. Es fand am 27. und 28. Oktober 2011 in Soest statt. Diesmal gingen es ins Hanse-Hotel Soest, wo ein Vortragssaal zur Verfügung stand.

bach, ICAMS very quickly got up to speed and is now working most successfully with international visibility.

Seminar for Doctoral Students: *At the Chair for Materials Science and Engineering you will always find that a lively exchange of ideas is underway on the progress of our scientific work. This sometimes takes place outside the Institute's premises in the form of a seminar for doctoral students, well away from the day-to-day business of the department. During the reporting period, two such doctoral seminars were held. One was organized by Timo Depka, Philipp Nörtershäuser and Deniz Kurumlu; it took place from 25th to 27th March 2009 in Coblenz, in the seminar rooms of the local Kolping House. The second doctoral seminar was organized towards the end of the reporting period (27th. and 28th. October 2011) by Safa Mogharebi.*



Bild 19: Doktorandenseminar in Koblenz (März 2009).
Fig. 19: Doctoral seminar in Koblenz (March 2009).

Neuordnung der Handbuchbibliothek des Instituts für Werkstoffe: Die Handbuchbibliothek des Instituts für Werkstoffe ist im Laufe der Jahre zu einer stattlichen Literatursammlung angewachsen. Es werden dort die Diplomarbeiten, Doktorarbeiten und Habilitationsschriften des Instituts für Werkstoffe archiviert. Man findet dort die klassischen Lehrbücher und die Nachschlagewerke unseres Faches, die ständig (aus Drittmitteln) um wichtige Neuerscheinungen ergänzt werden.

Ende 2006 wurden einige Lehrbuchsammlungen in unseren Bücherbestand integriert, darunter Bücher von E. Hornbogen und E. Exner. Bei dieser Gelegenheit wurde die gesamte Institutsbibliothek neu geordnet, eine Arbeit, die mehrere Monate in Anspruch nahm. Damit ist unsere Institutsbibliothek heute in einem hervorragenden Zustand.

Teilnahme an Konferenzen und Arbeitskreisen: Wissenschaftler unseres Lehrstuhls nahmen an zahlreichen Fachveranstaltungen im In- und Ausland teil. Es würde den Rahmen dieses Berichtes sprengen, wenn wir über alle Tagungen berichten wollten.

Zu nennen wären die beiden ICSMA-Tagungen, die im Berichtszeitraum stattfanden, die ICSMA 14 in Xi'an/China (2006) und die ICSMA 15 in Dresden (2009).

Erwähnt werden muss die Creep 2008 in Bad Berneck, die von Prof. Uwe Glatzel vom Bayreuther Lehrstuhl *Metallische Werkstoffe* organisiert und von uns mitorganisiert wurde. Die Creep 2008 knüpfte an die Tradition der Swansea Konferenzen an, die der legendäre Brian Wilshire von der University of Swansea ins Leben gerufen hatte.

Zu berichten wäre hier auch über Teilnahmen an vielen Tagungen zur Martensitischen Umwandlung und Form-

Reorganization of the reference library at the Institute for Materials: Over the years, our reference library has steadily grown and now displays an impressive collection of literature. This is where the graduate work, doctoral dissertations and habilitation theses of the Institute for Materials are archived. This is also where the classic textbooks and reference books of our field are to be found, constantly augmented by important new publications.

Towards the end of 2006, we were able to acquire collections of books, including materials science books which were donated by E. Hornbogen and E. Exner. We re-organised our library from scratch, and implemented a new key word system, a work which took several months. Today, our Institute's library is in an excellent state.

Participation in conferences and working groups: Scientists from our Chair participated in various scientific events both at home and abroad. It is unfortunately beyond the scope of this report to provide details on all of the meetings.

However, the two ICSMA meetings that took place during the reporting period, ICSMA 14 in Xi'an / China (2006) and ICSMA 15 in Dresden (2009) are worthy of note.

We should also mention Creep 2008 in Bad Berneck, which was organized by Prof. Uwe Glatzel of the Bayreuth Chair of Metallic Materials with our assistance. Creep 2008 continued the tradition of the Swansea conferences, initiated by the legendary Brian Wilshire of Swansea University.

We should also touch on our participation in the many conferences on martensitic transformation and shape memory effects

gedächtniseffekten (ESOMAT 2006, ICOMAT 2008, ESOMAT 2009, SMST 2007, SMST 2010, ICOMAT 2011) und zu einkristallinen Superlegierungen (Euro Superalloys 2010 in Wildbad Kreuth und Superalloys 2010, Awaji Island/Japan).

Mitglieder des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft nehmen an den Konferenzen und Arbeitskreisen unserer Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM) teil.

(ESOMAT 2006, ICOMAT 2008, ESOMAT 2009, SMST 2007, SMST 2010, ICOMAT 2011) and single-crystal superalloys (Euro Superalloys 2010 in Wildbad Kreuth and Superalloys 2010, Awaji Island / Japan).

Members of the Chair for Materials Science and Engineering also took part in the conferences and working groups organised by our Deutsche Gesellschaft für Materialkunde - DGM.



Bild 20: Mitglieder und Gäste des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft bei der CREEP 2008.
Fig. 20: Members and guests of our group participating in CREEP 2008.

Wohlverdienter Ruhestand und neue Mitarbeiter: Im Berichtszeitraum gingen unsere Fotografin, Frau Gitta Bornscheuer (31. Dezember 2007), unsere Elektronenmikroskopikerin, Frau Ingrid Wittkamp (27. November 2009) und unsere Zeichnerin, Frau Gabriele Schürmann (Dezember 2010), in den Ruhestand. Für ihre langjährige Mitarbeit am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft möchten wir uns an dieser Stelle noch einmal ganz herzlich bedanken. Für den wohlverdienten Ruhestand wünschen wir ihnen alles Gute. Neu

Well-deserved retirement and new members of staff: During the reporting period the following members of staff retired: our photographer, Ms. Gitta Bornscheuer (on 31st December, 2007), our electron microscope technician, Ms. Ingrid Wittkamp (on 27th November, 2009) and our draftsman, Ms. Gabriele Schürmann (in December 2010). We would like to thank them once again for their many years of service. For their well-deserved retirement, we wish them all the very best. New members of staff

angefangen haben am Lehrstuhl Marius Bienek (technischer Mitarbeiter im Bereich Geräteelektronik, Arbeitsbeginn am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft: 2. Juni 2009) und Kornelia Strieso (Metallographie, Arbeitsbeginn am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft: 1. Juli 2009). Im Januar 2010 begann außerdem Frau Susanne Jordans als Metallographin am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft.

also joined the Chair; they are Marius Bienek (electronics technician, who started work at the Chair of Materials Science and Engineering on 2nd June 2009) and Kornelia Strieso (metallography, who started work at the Chair of Materials Science and Engineering on 1st July 2009). In January 2010 Susanne Jordans started to work as a metallographer in our group.

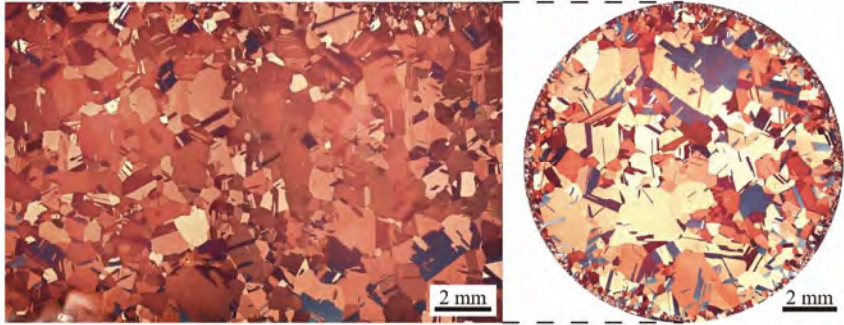


Bild 21: Lichtmikroskopische Aufnahme von Cu nach Rundkneten und Rekristallisation, F. Otto.
Fig. 21: Optical micrograph of polycrystalline Cu after swaging and a recrystallization, F. Otto.

Institutsausflüge: Der erste Institutsausflug im Berichtszeitraum führte uns am 19. Juni 2006 an das Institut für Werkstoffe und Verfahren der Energietechnik (IWV) des Forschungszentrums Jülich, wo uns Kollege Detlev Stöver als Gastgeber begrüßte. Geboten wurde ein eindrucksvolles Programm, bei dem einige Forschungsschwerpunkte des Forschungszentrums Jülich besichtigt werden konnten. Der Tag klang mit einem gemütlichen Grillnachmittag aus.

Institute Excursions: The first excursion undertaken by the Institute in the reporting period took us on 19th June 2006 to the Institute for Materials and Processes in Energy Systems (IWV) of the Research Centre Jülich (FZ Jülich) where we were greeted by our colleague, Detlev Stöver. An impressive programme was arranged which included visits to a number of research areas in the Research Centre. This most interesting day came to a perfect conclusion with a leisurely afternoon barbecue.

Im Jahr 2007 ging es zur Brauerei Hansa nach Dortmund, 2008 besuchten wir die DASA (Deutsche Arbeitsschutzausstellung), das bekannte Museum für Arbeitssicherheit in Dortmund. Die Institutsausflüge der Jahre 2009 und 2010 wurden mit einem Fußballturnier an der Ruhr-Universität Bochum und mit einer

In 2007 we travelled to the Hansa brewery in Dortmund and in 2008 we visited DASA (German Museum for occupational health and safety), the famous Museum of Work Safety in Dortmund. The Institute's excursions in 2009 and 2010 were spent taking part in a soccer tournament at the Ruhr-Universität

Ruhrtal-Fahrt mit der Ruhrtal-Bahn verbracht. Unter anderem konnte bei dem Ausflug ins Ruhrtal die Burgruine Hardenstein besichtigt werden.

Bochum and a trip around the Ruhr Valley on the Ruhr Valley Railway. Among other things, we were able to visit the remains of castle of Hardenstein.



Bild 22: Fußballturnier – Sommer 2009.
Fig. 22: Soccer tournament – summer 2009.

Weihnachtsfeiern des Instituts für Werkstoffe: Die gemeinsame Weihnachtsfeier aller Einheiten des Instituts für Werkstoffe ist seit jeher eines der besonderen Ereignisse im Institutsleben. In den letzten Jahren sind wir stark gewachsen, und es gibt folglich mehr Institutsmitglieder. Über die Jahre ist auch die Zahl der Absolventen des Instituts stetig gewachsen. Und nachdem unsere Weihnachtsfeier bei früheren und jetzigen Mitgliedern des Instituts für Werkstoffe sehr beliebt ist, steigt die Zahl der Besucher ständig an. Für das Jahr 2006 hatten sich erstmals so viele Teilnehmer für die Weihnachtsfeier angemeldet, dass vor den großen Eingang der Experimentierhalle ein Vorzelt angebaut werden musste. Im Jahr 2007 haben wir die Weihnachtsfeier im Beckmannshof veranstaltet, der dabei fast aus allen Nähten platzte. Und seit dem Jahr 2008 veranstalten wir die Weihnachtsfeiern in der neuen Mensa der Ruhr-Universität Bochum.

Christmas celebrations at the Institute for Materials: The Christmas party, celebrated together with the other units of our Institute for Materials, has always been one of the highlights in the life of the Institute. In recent years we have grown immensely, and there are now considerably more members of the Institute. Over the years, the number of graduates from the Institute has also grown steadily. And since our Christmas party is very popular with both former and present members of the Institute, the number of visitors has also steadily increased. In 2006, so many participants registered for the Christmas party that for the first time, we had to erect a large marquee in front of the main entrance to the experimental hall to accommodate them all. In 2007 we held the Christmas party in the Beckmannshof, but that was also bursting at the seams. And since 2008 we have been staging the Christmas party in the new Mensa of the Ruhr-Universität Bochum.



Bild 23: Weihnachten 2006, Zelt vor unserer Versuchshalle. **Fig. 23:** Christmas 2006, Tent in front of our experimental hall.

Alte und neue Mitglieder des Instituts für Werkstoffe füllen dabei die obere Cafeteria bei einem Abendessen und

Members of the Institute for Materials, both old and new, easily fill the top cafeteria of our university canteen where

verbringen dann den weiteren Teil des Abends im Foyer der Mensa. Im Jahr 2008 spielten bei der Weihnachtsfeier sowohl die alte als auch die neue Institutsband, die sich gerade formiert hatte. Im Jahr 2009 wurde die Weihnachtsfeier von unserem Lehrstuhl organisiert. Es gab unterschiedliche unterhaltssame Beiträge, insbesondere trat Martin Wagner als Jongleur auf und die Institutsband trat, verstärkt durch Phillip Hallensleben (Schlagzeug), Carl Klein (E-Gitarre) und Eric Payton (E-Bass) auf. 2010 wurde die Weihnachtsfeier von den Mitarbeitern des Kollegen Michael Pohl (Werkstoffprüfung), 2011 von den Mitarbeitern von A. Ludwig (Werkstoffe der Mikrotechnik) organisiert.

dinner is served and then spend the rest of the evening in the foyer of the canteen. At the 2008 Christmas party, both the old and the new Institute bands played, the new one having formed just shortly before. In 2009 our Chair hosted the Christmas party; there were various entertaining contributions, in particular Martin Wagner took the stage as a juggler. The Institute Band played a little later, supported by Phillip Hallensleben (on drums), Carl Klein (on guitar) and Eric Payton (on bass). In 2010, the Christmas party was organized by Prof. Michael Pohl's staff (Materials Testing). And in 2011 it was A. Ludwig's turn (Materials for Micro Technology).



Bild 24: Jenna Heyer und Christina Schmidt auf der Weihnachtsfeier 2009.

Fig. 24: Jenna Heyer and Christina Schmidt at the christmas party 2009.

Lehrstuhlausflug nach Berlin: Im Januar 2010 folgte der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft erstmals dem Beispiel der anderen Gruppen am Institut für Werkstoffe und unternahm eine Exkursion. Die insgesamt dreitägige Veranstaltung wurde von unserer Lehrstuhlsekretärin, Frau Suzana Römer, organisiert und koordiniert. Wir besichtigten zunächst das BESSY, wo uns Frau Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla begrüßte. Nach einem Abendessen besuchten wir gemeinsam ein Musical, das eine Hommage an Michael Jackson darstellte. Am zweiten Tag unserer Exkursion

Chair excursion to Berlin: In January 2010, the Chair for Materials Science and Engineering followed the example set by the other groups at the Institute for Materials for the first time and took an excursion. The three-day event was organized and coordinated by our Secretary, Ms. Suzana Römer. We first visited BESSY, where we were greeted by Prof. Dr.-Ing. Anke Kaysser-Pyzalla. After dinner we went to the theatre to see a musical, a tribute to Michael Jackson. On the second day of our excursion we visited the BAM, where we were received by PD Dr.-Ing. Birgit Skrotzki, who

besuchten wir die BAM, wo uns Frau PD Dr.-Ing. Birgit Skrotzki empfing und ein interessantes Programm für unsere Gruppe organisierte. Am Nachmittag führte uns Oliver Kastner durch den historisch interessanten Teil Berlins, der den Reichstag umgibt. Und am Abend des zweiten Tages gab es ein Abendessen im Restaurant des Berliner Fernsehturms mit einem 360°-Panoramablick auf die Hauptstadt. Der Ausflug war sowohl wissenschaftlich interessant als auch unterhaltsam, und wir nahmen uns vor, in Zukunft regelmäßig Lehrstuhlexkursionen durchzuführen. Die Lehrstuhlexkursion des Jahres 2011 führte uns nach Hamburg, wo wir die Mg-Aktivitäten von Prof. Ulrich Kainer an der GKSS besichtigten und die Lufthansawerft besuchten.

organized an interesting programme for our group. In the afternoon Oliver Kastner led us through the part of Berlin which surrounds the Reichstag, an area steeped in history. On the evening of the second day, we ate dinner at the restaurant at the top of the Berlin TV tower and were enchanted by the 360-degree panoramic view of the capital this vantage point provided. The trip was of great scientific value and was also most entertaining; we, therefore, plan to undertake regular excursions for members of the Chair in the future. In 2011 we went north and visited Hamburg. We saw the Mg-activities of Prof. Ulrich Kainer at GKSS and visited the overhaul shop of Lufthansa.



Bild 25: Berlinexkursion des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft
(hier am BESSY-Institut des HZ Berlin), Januar 2010.

Fig. 25: Visit of Berlin, January 2010 (here: visit of the BESSY of the HZ-Berlin).

Firmengründung Ingpuls: Die Ingpuls GmbH wurde im Juli 2009 gegründet und ist ein Spin-off aus dem Institut für

The founding of Ingpuls: Ingpuls GmbH was founded in July 2009 and is a spin-off from the Institute for Materials, Ruhr-

Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum. Als Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und industrieller Anwendung befasst sich Ingpuls mit dem Transfer von Erkenntnissen, Methoden und Technologien aus der Werkstoffforschung in die Industrie. Ziel ist, andere Unternehmen durch Produkte und Dienstleistungen bei der Entfaltung ihres Potentials zur innovativen Nutzung von Werkstoff-Know-How zu unterstützen und damit einen Technologievorsprung im internationalen Wettbewerb zu erreichen. Drei der vier Gründer von Ingpuls waren im Berichtszeitraum noch wissenschaftliche Mitarbeiter des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft: Burkhard Maaß, Timo Depka und Christian Großmann.

Universität Bochum. As the interface between basic research and industrial applications, Ingpuls GmbH is involved in the transfer to industry of the latest findings, methods and technologies in the field of materials research. The objective is to support client companies with products and services, cultivating their potential for the innovative application of materials know-how and to thus give them a technological edge over their international competition. Three of the four founders of Ingpuls are currently members of the scientific staff at the Chair of Materials Science and Engineering: Burkhard Maaß, Timo Depka and Christian Großmann.



Bild 26 / Fig. 26: B. Maaß, T. Depka, Ch. Großmann, A. Kortmann (Ingpuls GmbH).

Das Angebot der Ingpuls GmbH ist breit gefächert und basiert zum großen Teil auf den am Institut für Werkstoffe gesammelten Erfahrungen. Neben der Entwicklung von Prüfständen und -geräten für spezielle Prüfprobleme und Finite-Elemente-Studien arbeitet das Unternehmen schwerpunktmäßig im Bereich der Formgedächtnistechnik.

The range of services and the expertise available at Ingpuls GmbH is broad and is based largely upon the experience collected at the Institute for Materials. In addition to developing test rigs and equipment for specific testing problems and conducting finite element studies, the company operates mainly in the field of shape memory technology.



Bild 27: Berlinexkursion, Januar 2010. **Fig. 27:** Visit to Berlin, January 2010.

Vorbereitung des Umzugs des Instituts für Werkstoffe in 2013: Die Tage des Instituts für Werkstoffe im Gebäude IA, in dem wir die letzten 25 Jahre verbracht haben, sind gezählt. Im Rahmen der Rundumsanierung unserer Universität, die sich über zwei Jahrzehnte hinziehen soll, werden wir im Jahr 2013 in neue Räumlichkeiten ziehen. Von Anfang an hatten die Professoren des Instituts für Werkstoffe das Gebäude ICFO - einen Zwischenbau zwischen dem Gebäude IC (dem früheren Gebäude der Elektrotechnik) und dem Neubau ID im Blick.

Preparations for the relocation of the Institute for Materials in 2013: The days that the Institute for Materials will be spending in building IA, where we have spent the last 25 years, are now numbered. As part of the comprehensive renovation of our University, which is to last for two decades, we will be moving to new premises in 2013. From the very beginning, the professors at the Institute for Materials had an eye on the ICFO building - a connecting structure, bridging the IC building (the former Electrical Engineering building) and the

Ziel unserer Bemühungen war es, unsere Mikroskope ebenerdig aufzustellen, um höhere Auflösungen zu erreichen und um störungsfreier arbeiten zu können.

Die Planungen der Renovierung von ICFO erfolgten im Rahmen der Gesamtplanung des Umzugs der Fakultät für Maschinenbau. Sie gestalteten sich zunächst schwierig, weil die Randbedingungen der Planung für öffentliche Bauten eine direkte Mitwirkung der Unterzubringenden erschwerte. In diesen Fragen ist für die Ruhr-Universität der BLB, der Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW, zuständig. Hier herrschten anfangs unklare Vorstellungen zur Planung einer hochgerüsteten Laborlandschaft. Letztlich konnten wir jedoch alle zuständigen Stellen davon überzeugen, dass wir in eine Umzugsplanung einbezogen werden müssen. Dabei mussten die Richtlinien der Auftragsvergabe weiter berücksichtigt werden, das machte das Planen sehr aufwändig.

Hier hat Dr. Klaus Neuking bei der gesamten Planung der Fakultät für Maschinenbau erheblich mitgeholfen und dabei die Interessen des Instituts für Werkstoffe so gewahrt, dass wir auch in den neuen Räumlichkeiten erfolgreich wissenschaftlich arbeiten können. Über viele Monate hat dies einen hohen zeitlichen Einsatz erfordert.

Entwicklungen in der Lehre: Was die Lehre betrifft, so kann man den Berichtszeitraum ohne Übertreibung als turbulent bezeichnen. Unser Maschinenbau-Studiengang (mit der Vertiefungsrichtung *Werkstoffe*) wurde akkreditiert. Die ersten Bachelorstudenten kamen zum Ende des Berichtszeitraums ins Masterstudium. Unsere Graduiertenschule, die International Max Planck Research School SurMat, wurde erfolgreich begutachtet und wird für weitere sechs Jahre gefördert. Und wir haben unter Feder-

new ID building. The objective was to install our microscopes at ground level in order to achieve higher resolution and to be able to work with fewer environmental distractions.

The plans for the renovation of ICFO have been made within the framework of the overall relocation planning. Things were difficult initially, because the constraints brought to bear by the planning procedures for public buildings directly impede any involvement of those to be accommodated. The BLB is the responsible body in these matters for the Ruhr-Universität. Initially, rather vague ideas prevailed on the planning of a sophisticated, leading-edge laboratory environment. Ultimately though, we were able to convince all of the authorities involved that we really needed to be consulted on, and included in, the relocation planning. A further consideration was that the procurement guidelines still needed to be observed, which made planning somewhat complex.

Dr. Klaus Neuking provided considerable assistance in the entire planning of the Faculty of Mechanical Engineering and in the process staunchly defended the interests of the Institute for Materials. All this required a high level of time commitment over a period of many months, which he contributed in addition to conducting his daily business.

Developments in teaching: *As far as teaching is concerned, we can only describe the reporting period, without any hint of exaggeration, as turbulent. Our Mechanical Engineering Degree Programme (with specialization in Materials Engineering) was accredited. At the end of the reporting period, the first bachelor students moved on to the master's programme. Our graduate school, the International Max Planck Research School SurMat was successfully evaluated and accredited for a further six years. We*



Bild 28: Autoren des Lehrbuchs *Werkstoffe* (v.l.n.r.: Ewald Werner, Erhard Hornbogen, Gunther Eggeler, Juli 2010). *Fig. 28:* Authors of the textbook *Werkstoffe* (Ewald Werner, Erhard Hornbogen and Gunther Eggeler, July 2010).

führung von Alexander Hartmaier einen neuen, stärker grundlagenorientierten Masterstudiengang ins Leben gerufen: Materials Science and Simulation. An der Ruhr-Universität hat sich das E-Learning zu einem Standard entwickelt. Die Studierenden können alle Vorlesungsunterlagen über das Internet beziehen. Einzelne Vorlesungen wurden auch digital erfasst und können mit den Vorlesungsfolien zur Nachbereitung der Vorlesung und zur Vorbereitung auf die Prüfung am Internet eingesehen werden. Im Berichtszeitraum wurden auch die beiden Lehrbücher von Erhard Hornbogen, 12 Jahre nach seiner Emeritierung, völlig neu bearbeitet (Lehrbuch: Hornbogen, Eggeler, Werner: *Werkstoffe – Aufbau und Eigenschaften*, 9. Auflage, Springer 2008. Aufgabensammlung: Werner, Hornbogen, Jost, Eggeler: *Fragen und Antworten zu Werkstoffe*, 6. Auflage, Springer 2009). Text und Bildmaterial wurden gänzlich neu erfasst und in einem neuen Erscheinungsbild präsentiert. Beide Bücher werden an der Ruhr-Universität Bochum und an der TU München in der Grundausbildung der Studierenden verwendet.

*also launched a new master's degree, oriented more towards basic research, headed by Alexander Hartmaier: Materials Science and Simulation. At the Ruhr-Universität, E-learning quickly developed into a standard. Students can download all of the course materials from the internet. Some of the lectures are digitally recorded and can be viewed online along with the lecture slides, in order to follow-up on the lecture and to prepare for examinations. During the reporting period, the two textbooks by Erhard Hornbogen were completely revised, 12 years after his retirement. The first was Hornbogen, Eggeler, Werner: *Materials - Structure and Properties*, 9th Edition, Springer 2008; the other a collection of exercises, Werner, Hornbogen, Jost, Eggeler: *Questions and Answers on Materials*, 6th Edition, Springer, 2009. The text and the illustrations were completely re-worked and have been presented in a new format. Both books are on the list of recommended texts both at the Ruhr-Universität Bochum and at the TU München for basic courses on engineering materials.*

Zusammenarbeit mit Industriepartnern: Im Berichtszeitraum haben wir auch intensiv mit verschiedenen Industriefirmen zusammengearbeitet. Diese Kontakte sind für unseren Lehrstuhl wichtig. In der Zusammenarbeit mit unseren Industriepartnern lernen wir, was heute auf dem Werkstoffmarkt aktuell gebraucht wird. Unsere Mitarbeiter lernen unsere Industriepartner kennen und einige finden nach ihrer Masterarbeit oder nach ihrer Promotion dort eine Anstellung. Außerdem brauchen wir Drittmittel aus der Industrie, um unsere laufenden Kosten für unsere experimentelle Infrastruktur decken zu können. Der Vorteil des Standorts Bochum im Ruhrgebiet besteht dabei darin, dass wir Kontakte in unserem direkten Umfeld knüpfen können und dass mühevoll Akquirieren kaum erforderlich ist. Wir haben viele Anfragen und können in gewissem Rahmen selbst entscheiden, was wir in Angriff nehmen wollen. Es gab viele interessante kleinere Aufträge, die parallel zum Tagesgeschäft erledigt wurden und über die wir hier aus Platzgründen nicht berichten können.

Es gab aber auch eine Reihe intensiver, langfristiger Kooperationen. Es gab zwei größere Projekte in Zusammenarbeit mit dem Werkstoffkompetenzzentrum von ThyssenKrupp. In einem Projekt ging es um die Entwicklung einer neuen Rohrstahtgüte (Dr.-Arbeit Karina Wallwaey: Werkstoffkundliche Untersuchungen zur Darstellbarkeit der Rohrstahtgüte X80 auf einer konventionellen Warmbandstraße), in einem zweiten Projekt um den Einsatz der Nanoindentation und der orientierungsabbildenden Rasterelektronenmikroskopie zur Charakterisierung von Stahlgefügen (Dr.-Arbeit Shenja Dzaszyk: Gefügecharakterisierung von niedriglegierten Mehrphasenstählen mittels der Orientierungsmikroskopie und Nanoindentierung). Mit ThyssenKrupp VDM in Altena wurde auf dem Gebiet der Nimonic-Legierungen zusammengearbeitet, dabei ging es um die Gefüge-

Collaboration with Industrial Partners: During the reporting period we worked closely with a number of industrial companies. These contacts are of great importance to us; the collaboration with our industrial partners gives us a window onto what is currently required on the materials market. This also allows us to become well acquainted with our industrial partners; some of our students subsequently start work with them, after completing their master's thesis or their doctorate. In addition, we need third-party funding from industry to cover the running costs of our experimental infrastructure. One of the great advantages of our location in Bochum, in the heart of the Ruhr region, is that we automatically establish contacts in our direct vicinity - the tedious task of acquisition is hardly necessary. We are never short of enquiries and can to a great degree decide which of these we wish to tackle. There were very many interesting small assignments, which were dealt with alongside our day-to-day business and which unfortunately for reasons of space we are unable to report here.

There were also a number of intensive, long-term collaborations with industry. Thus we carried out two major projects in collaboration with the Material Competence Centre at ThyssenKrupp. One involved the development of a new quality of steels for pipe line tubes (doctoral work by Karina Wallwaey: Werkstoffkundliche Untersuchungen zur Darstellbarkeit der Rohrstahtgüte X80 auf einer konventionellen Warmbandstraße). A second project concentrated on the use of nanoindentation and orientation imaging scanning electron microscopy for the characterization of steel microstructures (doctoral work by Shenja Dzaszyk: Gefügecharakterisierung von niedriglegierten Mehrphasenstählen mittels der Orientierungsmikroskopie und Nanoindentierung). We worked with VDM / Altena in the field of Nimonic alloys; these efforts focused on the microstructural de-

entwicklung bei der Wärmebehandlung (TEM-Untersuchungen von Christoph Somsen) und vor allem um Untersuchungen zum Hochtemperaturverschleiß (Dr.-Arbeit von Christopher Rynio).

Im Rahmen eines vom BMBF geförderten LUFO-Programms arbeiteten wir (Ali Aghajani, Deniz Kurumlu, Timo Depka und Victoria Yardley) gemeinsam mit der MTU-München an einem angelassenen martensitischen Chromstahl, der als Kandidat für den Einsatz in Flugturbinengehäusen gilt und der eventuell teurere Ni-Basis-Legierungen ersetzen kann. Dabei haben sich interessante Fragestellungen ergeben, denen wir auch in der Zukunft weiter nachgehen wollen.

Im Bereich der Formgedächtnistechnik haben wir gute Kontakte in alle Welt.

Mit SAES Getters (Milano, Italien) wurde intensiv zusammengearbeitet. Es gab Kontakte zu General Motors und Boeing (USA) und viele kleinere Zusammenarbeiten, insbesondere im Bereich der Medizintechnik (M. Frotscher) und Aktortechnik (J. Frenzel, C. Somsen). Gegen Ende des Berichtszeitraums übernimmt Ingpuls, die Spin-off-Firma des Instituts für Werkstoffe, mehr und mehr Aufträge aus diesem Bereich. Wir können einerseits die große Nachfrage nicht mehr alleine befriedigen. Andererseits sind die Ergebnisse aus immer wiederkehrenden Fragestellungen für uns als Forschungsoutput nicht gut darstellbar.

Allen Industriepartnern, die mit uns zusammengearbeitet haben und die uns unterstützen haben, sei an dieser Stelle noch einmal ausdrücklich gedankt.

velopments which take place during heat treatment (TEM investigation conducted by Christoph Somsen). Of particular interest were studies on high-temperature wear (doctoral work by Christopher Rynio).

As part of a program funded by the German government (LUFO program), we (Ali Aghajani, Deniz Kurumlu, Timo Depka and Victoria Yardley) collaborated with the MTU in Munich on a tempered martensitic chromium steel which appears to be a promising candidate for use in turbine housings in the aviation industry and which could possibly replace the more expensive Ni-based alloys currently in use.

We have excellent contacts all over the world in the field of shape memory technology.

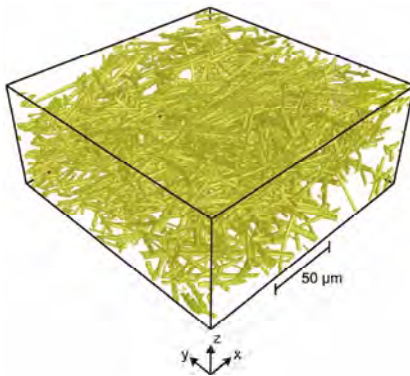
We collaborated intensively with SAES Getters of Milan, Italy. There were contacts with General Motors and Boeing in the USA and a great number of smaller examples of cooperation, particularly in the fields of medical technology (M. Frotscher) and actuator technology (J. Frenzel, C. Somsen). Towards the end of the reporting period, Ingpuls, the Institute's spin-off company, took on more and more work from this area. On the one hand, we are no longer able to satisfy the great demand - on the other hand, the results from tasks which repeat on a regular basis are unsuitable material for us as research output.

We would like to take this opportunity to express our gratitude to all of our industrial partners who have worked with us and who have provided excellent support.

4. Forschung

4.1 Forschungsgebiete

Mikrostruktur von Werkstoffen. Bei allen Forschungsarbeiten am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft steht die Mikrostruktur von Werkstoffen im Mittelpunkt. Die Elemente der Mikrostruktur (Punktdefekte, Versetzungen, Grenzflächen, ...) bestimmen die Eigenschaften von Werkstoffen. Wir befassen uns mit der Entstehung von Mikrostrukturen bei der Herstellung von Werkstoffen. Es muss geklärt werden, warum und wie wichtige Werkstoffeigenschaften beeinflusst werden. Und wir müssen beschreiben, wie sich die Mikrostruktur von Werkstoffen im Verlauf der Werkstoffherstellung und des Werkstoffeinsatzes verändert. Wir wollen mit unseren Forschungsarbeiten dazu beitragen, dass wesentliche kritische Elementarprozesse wahrgenommen und verstanden werden. Dabei arbeiten wir auf der jeweils relevanten Längen- und Zeitskala.



Unsere Forschungsarbeiten zeigen, dass kritische Elementarprozesse in komplexen Mikrostrukturen zunächst auf der Grundlage belastbarer mechanischer, thermodynamisch/kinetischer und mikrostruktureller experimenteller Ergebnisse qualitativ verstanden werden müssen, bevor man

4. Research

4.1 Research Fields

Microstructure of Materials. The microstructure of materials is paramount to all the research conducted at the Chair for Materials Science and Engineering. The elements of microstructure (point defects, dislocations, interfaces, ...) determine the properties of materials. We deal with the formation of microstructures in the production of materials. It is essential that we understand why important properties of a material are affected and how these changes come about. We also need to be able to describe how the microstructures of materials change, both during the course of production and during service. Through our research work, we aim to direct attention to important critical elementary processes and to contribute to a clearer understanding of them. In order to achieve this, we work at the appropriate scales of length and time.

Bild 29: Saffil-Kurzfasern in einer kurzfaserverstärkten Aluminiumlegierung (Synchrotrontomographie, D. Kurumlu).

Fig. 29: Saffil fibres in a short fibre reinforced aluminium alloy (synchrotron tomography, D. Kurumlu).

Our research work shows that critical elementary processes in complex microstructures must first be understood qualitatively on the basis of well-founded mechanical, thermodynamic/kinetic and microstructural experimental results, before they can be successfully modelled. At the

sie erfolgreich modellieren kann. Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft wird schwerpunktmäßig in fünf Bereichen gearbeitet: Strukturwerkstoffe, Funktionswerkstoffe, Reaktionen in und an festen Stoffen, Charakterisierung und Modellierung. Wir wollen diese Bereiche hier kurz vorstellen und an jeweils fünf Beispielen aufzeigen, welche Art von Ergebnissen wir in diesen fünf Bereichen erarbeitet haben. Nach der Vorstellung der fünf Forschungsbereiche sollen einige übergeordnete Forschungsaktivitäten beschrieben werden, die die Arbeit an unserem Lehrstuhl im Berichtszeitraum geprägt haben.

Strukturwerkstoffe. In der Gruppe *Strukturwerkstoffe* wird ein Schwerpunkt bei den Beziehungen zwischen Herstellung, Mikrostruktur und Festigkeit bei mechanischer Belastung bei hoher Temperatur gesetzt. Besondere Aufmerksamkeit wird der Versetzungsdynamik bei Kriechvorgängen und mikrostrukturellen Erweichungs- und Schädigungsvorgängen gewidmet. Im Berichtszeitraum wurden metallische Hochtemperaturwerkstoffe (einkristalline Superlegierungen, Titanaluminide, angelassene martensitische Chromstähle, Kupferlegierungen) und Verbundwerkstoffe (kurzfaserverstärkte Aluminiumwerkstoffe) betrachtet. Fünf Veröffentlichungen aus der Forschungsgruppe *Strukturwerkstoffe* im Berichtszeitraum:

G.Mälzer, R.W.Hayes, T.Mack, G.Eggeler, Miniature specimen assessment of creep of the single-crystal superalloy LEK 94 in the 1000°C temperature range, *Met. and Mat. Trans.*, 38 A (2007) pp. 314-327

A.Kostka, K.-G.Tak, R.J.Hellmig, Y.Estrin, G.Eggeler, On the contribution of carbides and micrograin boundaries to the creep strength of tempered martensite ferritic steels, *Acta Mat.*, 55 (2007) pp. 539-550

D.Peter, G.B.Viswanathan, M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Grain-boundary sliding in a TiAl alloy with fine grained duplex microstructure during 750°C creep, *Mat. Sci. Eng.*, A510-511 (2009) pp. 355-363

J.Pesicka, A.Aghajani, C.Somsen, A.Hartmaier, G.Eggeler, How dislocation substructures evolve during long-term creep of a 12% Cr tempered martensite ferritic steel, *Scripta Mat.*, 62 (2010) pp. 353-356

S.P.Brookes, H.-J.Kühn, B.Skrotzki, H.Klingelhöffer, R.Sievert, J.Pfetzinger, D.Peter, G.Eggeler, Axial-torsional thermomechanical fatigue of a near- γ TiAl alloy, *Mat. Sci. Eng.*, A527 (2010) pp. 3829-3839

Chair for Materials Science and Engineering we concentrate our efforts into five areas that are highly interconnected: structural materials, functional materials, reactions in and at solids, characterization and modelling. We will introduce these areas briefly below and will show by way of five examples the type of results we attain in each of these five areas. After the presentation of the five research areas, a few higher-level research activities are described which shaped the work conducted at our Chair during the reporting period.

Structural Materials. *In the group dealing with structural materials, emphasis is placed on the relationships between processing, microstructure and mechanical properties at high temperatures. Particular attention is paid to the role of dislocations during creep and to microstructural softening and degradation processes. During the reporting period, metallic high temperature materials (single crystal superalloys, titanium aluminides, tempered martensitic chromium steels, copper alloys) and composites (short-fibre reinforced aluminium alloys) were investigated. Examples for publications from the structural materials group:*

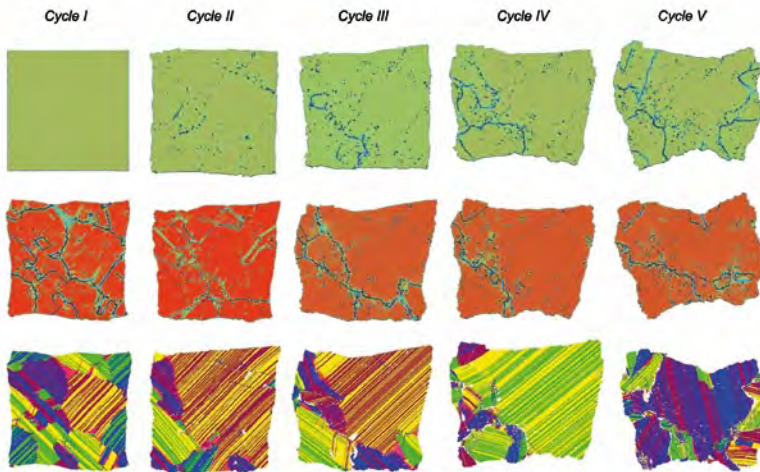


Bild 30: Mikrostrukturelle Änderungen beim thermischen Zyklieren einer Formgedächtnis-Modellegierung (2D molekulardynamische Rechnung, Habilitation O. Kastner, Bochum 2010).

Fig. 30: Evolution of microstructure during thermal cycling of a model shape memory alloy (2D molecular dynamic simulation, Habilitation O. Kastner, Bochum 2010).

Funktionswerkstoffe. Die Gruppe *Funktionswerkstoffe* des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft befasst sich mit Formgedächtnislegierungen. Insbesondere geht es dabei um NiTi-Legierungen (binäre NiTi- und ternäre NiTiX-Legierungen). Untersucht werden die metallkundlichen Grundlagen der martensitischen Umwandlung und deren Wechselwirkung mit Gitterdefekten (Leerstellen, Versetzungen und Teilchen). Wir befassen uns auch mit der Herstellung und mit Anwendungen von Formgedächtnislegierungen im Automobilbau, in der Luft- und Raumfahrt und in der Medizintechnik (Aktoranwendungen und pseudoelastische Anwendungen). Beispiele für fünf Arbeiten aus der Forschungsgruppe *Funktionswerkstoffe* im Berichtszeitraum:

Functional Materials. The *Functional Materials Group* at the Chair for Materials Science and Engineering deals with shape memory alloys. Particular attention is paid to NiTi alloys (binary NiTi and ternary NiTiX alloys). The metallurgical fundamentals of the martensitic transformation and its interaction with lattice defects (vacancies, dislocations and particles) are investigated. We also deal with the production and applications of shape memory alloys in the automotive, aerospace and medical industries (actuator applications and pseudo elastic applications). Examples of five pieces of work produced by the Functional Materials Research Group during the reporting period are given below:

J.Michutta, Ch.Somsen, A.Yawny, A.Dlouhy, G.Eggeler, Elementary martensitic transformation processes in Ni-rich NiTi single crystals with Ni_4Ti_3 precipitates, *Acta Mat.*, 54 (2006) pp. 3525-3542

J.Frenzel, Z.Zhang, Ch.Somsen, K.Neuling, G.Eggeler, Influence of carbon on martensitic phase transformations in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 55 (2007) pp. 1331-1341

S.Gollerthan, M.L.Young, A.Baruj, J.Frenzel, W.W.Schmahl, G.Eggeler, Fracture mechanics and microstructure in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 57 (2009) pp. 1015-1025

T.Simon, A.Kröger, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, On the multiplication of dislocations during martensitic transformations in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 58 (2010) pp. 1850-1860

J.Frenzel, E.P.George, A.Dlouhy, C.Somsen, M.F.X.Wagner, G.Eggeler, Influence of Ni on martensitic phase transformations in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 58 (2010) pp. 3444-3458

Reaktionen in und an festen Stoffen. Die Gruppe *Reaktionen in und an festen Stoffen* des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft beschäftigt sich mit thermodynamischen und kinetischen Untersuchungen zu den diffusionskontrollierten mikrostrukturellen Vorgängen bei der Herstellung und beim Einsatz von Werkstoffen. Es geht z. B. um Rekristallisationsvorgänge, um Ausscheidungsvorgänge bei der Bildung neuer Phasen in übersättigten Mischkristallen, um die Vergrößerung von Teilchen bei hohen Temperaturen oder um die Reaktionen zwischen Festkörpern und Schmelzen. Beispiele für fünf Arbeiten aus der Forschungsgruppe:

Reactions in and at Solids. *The research group focusing on reactions in and at solids deals with thermodynamic and kinetic studies of the diffusion-controlled microstructural processes during processing and service of engineering materials. This typically involves the investigation of recrystallization processes, precipitation processes from supersaturated solid solutions, the coarsening of particles at high temperatures or reactions between solids and melts. Given below are examples of five pieces of work produced by the Research Group on Reactions in and at Solids during the reporting period:*

K.Neuling, A.Abu-Zarifa, G.Eggeler, Surface engineering of shape memory alloy/polymer-composites: Improvement of the adhesion between polymers and pseudoelastic shape memory alloys, *Mat Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 606-611

T.Lierfeld, M.Kolbe, G.Eggeler, D.M.Herlach, Interaction of small particles with a dendritic solidification front, *Advanced Eng. Materials*, 10 (2008) pp. 547-553

L.Neelakantan, S.Swaminathan, M.Spiegel, G.Eggeler, A.W.Hassel, Selective surface oxidation and nitridation of NiTi shape memory alloys by reduction annealing, *Corrosion Science*, 51 (2009) pp. 635-641

J.Rao, E.J.Payton, C.Somsen, K.Neuling, G.Eggeler, A.Kostka, J.F.dos Santos, Where does the Lithium go? – a study of the precipitates in the stir zone of a friction stir weld in a Li-containing 2xxx series alloy, *Advanced Engineering Materials*, 12 (2010) pp. 1-6

L.Neelakantan, M.Valtiner, G.Eggeler, A.W.Hassel, Surface chemistry and topographical changes of an electropolished NiTi shape memory alloy, *Phys. Stat. Sol.*, A207 (2010) pp. 807-811

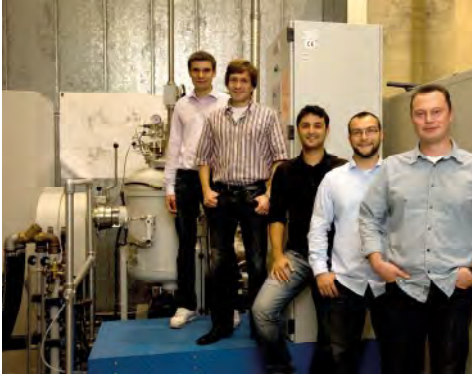


Bild 31: Forschungsgruppe *Processing* (Jan Frenzel).

Fig. 31: Processing Research Group (Jan Frenzel).

Mechanische und mikrostrukturelle Charakterisierung. In dieser Gruppe fassen wir diejenigen Arbeiten zusammen, die einen starken methodischen Akzent setzen. Hierher gehören alle aufwändigeren mikroskopischen und mechanischen Untersuchungen, in denen von Standardverfahren abgewichen wird und wo neue Wege beschritten werden. Eine wichtige Rolle spielen dabei quantitative metallographische Untersuchungen in Verbindung mit der Licht-, Raster- und vor allem der Transmissionselektronenmikroskopie. Dazu gehören auch Arbeiten, bei denen neue mechanische Untersuchungsverfahren entwickelt und validiert werden. Beispiele für fünf Arbeiten aus der Forschungsgruppe *Mechanische und mikrostrukturelle Charakterisierung* im Berichtszeitraum:

Mechanical and Microstructural Characterization. In this group, we pull together those pieces of work that exhibit a strong methodological emphasis. This is where all of the sophisticated microscopic and mechanical investigations are concentrated, where deviation from standard procedures is a must and where new ground is broken. Quantitative metallographic examinations play an important part here, in conjunction with light, scanning and especially transmission electron microscopy. This also includes work during the course of which new mechanical investigation procedures are developed and validated. Examples of five pieces of work produced by the Mechanical and Microstructural Characterization Research Group:

A.Kröger, R.Wernhardt, Ch.Somsen, G.Eggeler, A.Wieck, In situ transmission electron microscopy of the strain induced formation of B19' martensite in a NiTi shape memory alloy structured by an ion beam, *Mat. Sci. Eng.*, A438-440 (2006) pp. 513-516

A.Kostka, G.Mälzer, G.Eggeler, A.Dlouhy, S.Reese, T.Mack, L1₂-phase cutting during high temperature and low stress creep of a Re-containing single crystal super alloy, *J. Mater. Sci.*, 42 (2007) pp. 3951-3957

H.Zheng, J.Rao, J.Pfetzling, J.Frenzel, G.Eggeler, TEM observation of stress-induced martensite after nanoindentation of pseudoelastic Ti₅₀Ni₄₈Fe₂, *Sripta Mat.*, 58 (2008) pp. 743-746

A.Kröger, S.Dziaszyk, J.Frenzel, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, Direct transmission electron microscopy observations of martensitic transformations in Ni-rich NiTi single crystals during in situ cooling and straining, *Mat Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 452-456

S.S.Cao, C.Somsen, M.Croitoru, D.Schryvers, G.Eggeler, Focused ion beam/scanning electron microscopy tomography and conventional transmission electron microscopy assessment of Ni_4Ti_3 morphology in compression-aged Ni-rich Ni-Ti single crystals, *Scripta Mat.* 62, (2010) pp.399-402

Modellierung. Hierzu gehören im mechanischen Teil die FEM-Modellierung und die Simulation einfacher Versetzungsreaktionen. Im mikrostrukturellen Bereich können begleitende Berechnungen zur Elektronenmikroskopie und ganz allgemein zur quantitativen Auswertung von Mikrostrukturen durchgeführt werden. Im Berichtszeitraum haben wir damit begonnen, die martensitische Umwandlung molekulardynamisch zu betrachten. Beispiele für fünf Arbeiten aus der Forschungsgruppe *Modellierung* im Berichtszeitraum:

Modelling. *The mechanical component includes FEM modelling and the simulation of elementary dislocation reactions. Calculations supporting TEM work, and more generally on the quantitative analysis of microstructures are performed at the microstructural level. During the reporting period, we began to consider the martensitic transformation from a molecular-dynamic perspective. Examples of five pieces of work produced by the Modelling Research Group:*

M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Stress and strain states in a pseudoelastic wire subjected to bending rotation fatigue, *Mechanics of Materials*, 38 (2006) pp. 1012-1025

B.X.Xu, Z.F.Yue, G.Eggeler, A numerical procedure for retrieving material creep properties from bending creep tests, *Acta Mat.*, 55 (2007) pp. 1-2

I.N.Vladimirov, S.Reese, G.Eggeler, Constitutive modelling of the anisotropic creep behaviour of nickel-base single crystal superalloys, *Int. J. Mech. Sci.*, 51 (2009) pp. 305-313

F.Richter, O.Kastner, G.Eggeler, Implementation of the Müller-Achenbach-Seelecke model for shape memory alloys in ABAQUS, *J. Eng. Mat. Perform.*, 18 (2009) pp. 626-620

O.Kastner, G.Eggeler, Molecular dynamics simulation of the shape memory effect in a chain of Lennard-Jones crystals, *Multidiscipl. Mod. Mat. Struct.*, 6 (2010) pp. 78-91



Bild 32: Forschungsgruppe *Modelling* (Oliver Kastner).

Fig. 32: *Research Group Modelling* (Oliver Kastner).

4.2 Formgedächtnistechnik

SFB459: Zum Ende des Berichtszeitraums befinden wir uns in der vierten und letzten Förderphase des Sonderforschungsbereichs 459 *Formgedächtnistechnik*. Der SFB459 hat Forschung und Lehre an unserem Lehrstuhl und am Institut für Werkstoffe stark geprägt. Zum Einen konnten wir uns in diesem faszinierenden Forschungsgebiet mit guter weltweiter Sichtbarkeit etablieren, sowohl was die Grundlagenforschung als auch was Herstellungs- und Anwendungsfragen betrifft.

Die experimentelle Infrastruktur unseres Lehrstuhls und unseres Instituts für Werkstoffe konnte in den Bereichen *Elektronenmikroskopie*, *Schmelzmetallurgie* und *mechanische Werkstoffprüfung* stark verbessert werden. Außerdem konnte sich im Umfeld des SFB459 eine Reihe neuer Forschungsgruppen etablieren. Wir sind mit vielen führenden Forschungsgruppen aus dem Bereich der Formgedächtnistechnik in engem Kontakt und werden auch weiterhin intensiv in diesem Feld forschen.

Im Rahmen des SFB459 konnten wir in ganz verschiedenen Bereichen wesentliche Beiträge zu einem besseren werkstoffwissenschaftlichen Verständnis leisten. Wir haben ein neues Verfahren zur Herstellung hochreiner NiTi-Legierungen vorgeschlagen. Wir haben herausgefunden, wie Ausscheidungsteilchen die martensitische Umwandlung beeinflussen, wir haben neue Einblicke in die Natur der Wechselwirkung zwischen Versetzungsplastizität und der martensitischen Umwandlung gewonnen und konnten insbesondere die Elementarprozesse erklären, die die strukturelle und funktionelle Ermüdung von Formgedächtnislegierungen bestimmen.

4.2 Shape Memory Technology

SFB459: *At the end of the reporting period, we are in the fourth and final phase of funding of the Collaborative Research Centre SFB459 Shape Memory Technology. SFB459 has strongly influenced both research and teaching at our Chair and at the Institute for Materials. We have been able to make a name for ourselves in this fascinating area of research, achieving conspicuous visibility throughout the world, both in terms of basic research as well as in manufacturing and applications.*

We were able to greatly improve the experimental infrastructure of our Chair and of our Institute for Materials in the fields of electron microscope, ingot metallurgy and the mechanical testing of materials. In addition, a whole series of new research groups were established within the orbit of SFB459. We are in close contact with many leading research groups in the field of shape memory technology and will continue in future to vigorously conduct research in this area.

As part of the SFB459 project, we have been able to make significant contributions, across many diverse fields, to a clearer understanding of materials science. We proposed a new method for producing highly pure NiTi alloys. We deciphered how precipitates affect the martensitic transformation, we gained new insights into the nature of the interaction between dislocation plasticity and the martensitic transformation and in particular we can now explain the elementary processes that determine the structural and functional fatigue of shape memory alloys.

Hier sollen fünf Beispiele für Arbeiten gegeben werden, die im Berichtszeitraum im Umfeld des SFB459 entstanden sind:

Here are five examples of work which emerged from SFB459 during the reporting period:

J.Michutta, Ch.Somsen, A.Yawny, A.Dlouhy, G.Eggeler, Elementary martensitic transformation processes in Ni-rich NiTi single crystals with Ni₄Ti₃ precipitates, Acta Mat. 54, (2006) pp. 3525-3542

J.Frenzel, Z.Zhang, Ch.Somsen, K.Neuking, G.Eggeler, Influence of carbon on martensitic phase transformations in NiTi shape memory alloys, Acta Mat., 55 (2007) pp. 1331-1341

J.Mentz, J.Frenzel, M.F.X.Wagner, K.Neuking, G.Eggeler, H.P.Buchkremer, D.Stöver, Powder metallurgical processing of NiTi shape memory alloys with elevated transformation temperatures, Mat. Sci. Eng., A491 (2008) pp. 270-278

S.Gollerthan, M.L.Young, A.Baruj, J.Frenzel, W.W.Schmahl, G.Eggeler, Fracture mechanics and microstructure in NiTi shape memory alloys, Acta Mat., 57 (2009) pp. 1015-1025

T.Simon, A.Kröger, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, On the multiplication of dislocations during martensitic transformations in NiTi shape memory alloys, Acta Mat., 58 (2010) pp. 1850-1860



Bild 33: Mitglieder des Sonderforschungsbereichs 459 Formgedächtnistechnik (vierte Förderphase).
Fig. 33: Members of the Collaborative Research Centre SFB459 Shape Memory Technology

4.3 Junior-Senior-Forschergruppe zur Ermüdung (HCF)

Im Mai 2009 wurde am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft des Instituts für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum eine Junior-Senior-Forschergruppe eingerichtet. Als erfahrener Wissenschaftler im Gebiet der Ermüdung metallischer Werkstoffe gehört Herr Prof. Haël Mughrabi als Senior dieser Gruppe an. Insbesondere geht es um die Ermüdung bei sehr hohen Lastwechselzahlen, die als Very High Cycle Fatigue (VHCF) bezeichnet wird. In unserer Gruppe spielt speziell die Ermüdungsdauer von kleinskaligen pseudoelastischen Komponenten eine Rolle. Dabei soll der Einfluss kleinster Mengen von Einschlüssen auf die Ermüdungsdauer erforscht werden. Zur Senior-Junior-Forschergruppe gehören: Dr. S. Brinckmann (ICAMS), Prof. G. Eggeler (Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft), Dr.-Ing. J. Frenzel (Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft), Dr.-Ing. M. Frotscher (Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft) und Prof. H. Mughrabi (Department Werkstoffwissenschaften, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen).

4.3 Junior-Senior Research Group on High Cycle Fatigue

In May 2009, a Senior-Junior Research Group was established at the Chair for Materials Science and Engineering of the Institute for Materials at the Ruhr-Universität Bochum. As an experienced scientist in the field of the fatigue of metallic materials, Prof. Haël Mughrabi joined the group as a Senior Member. In particular, the group deals with fatigue at very high numbers of load cycles, known as Very High Cycle Fatigue (VHCF). In this group, special attention is paid to the fatigue service life of small scale, pseudo elastic components. Here, the influence of extremely small numbers of inclusions on the fatigue service life is being investigated. The Senior-Junior Research Group consists of Dr. S. Brinckmann (ICAMS), Prof. G. Eggeler (Chair of Materials Science and Engineering), Dr.-Ing. J. Frenzel (Chair of Materials Science and Engineering), Dr.-Ing. M. Frotscher (Chair of Materials Science and Engineering) and Prof. H. Mughrabi (Department of Materials Science, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen).

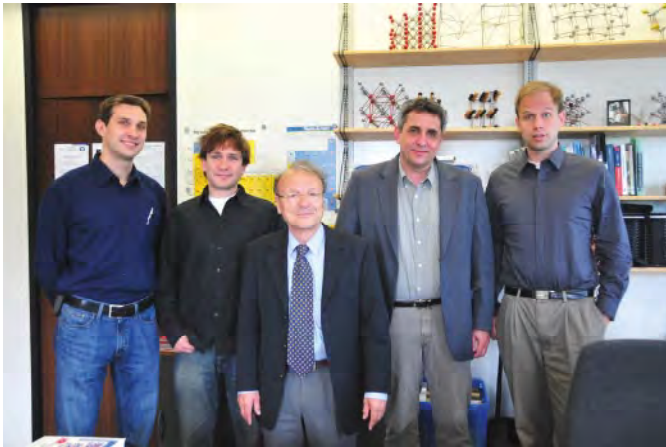


Bild 34: Junior-Senior-Forschergruppe zu Very High Cycle Fatigue mit Prof. H. Mughrabi.
Fig. 34: Junior-Senior Research Group on Very High Cycle Fatigue with Prof. H. Mughrabi.

4.4 Ultrafeinkörnige Werkstoffe

DFG Forschergruppe FOR 544. Der Berichtszeitraum wurde auch durch die interessanten Arbeiten in der Forschergruppe 544 geprägt, die von Herrn Prof. H.-J. Maier (Uni Paderborn) koordiniert wurde. In FOR 544 arbeiteten wir mit Kollegen aus Aachen, Düsseldorf, Erlangen und Clausthal zusammen. In der ersten dreijährigen Förderphase ging es in unserem Projekt um die Rolle von feinen Karbiden, die auf Mikrokorngrenzen eines angelassenen martensitischen Stahls X20 ausgeschieden sind. Es sollte herausgefunden werden, wie stark sich diese Teilchenpräsenz auf Korngrenzen auf die Kriechfestigkeit auswirkt.

Diese Fragestellung wurde von Herrn Dr. Aleksander Kostka (heute bei MPIE, Düsseldorf) und Dr. Kwan-Gyu Tak (heute bei Hitachi Power Europe GmbH) vorangetrieben. Es wurde eine Legierung ohne Kohlenstoff erschmolzen, deren Zusammensetzung der des X20 ansonsten weitestgehend glich. Dann wurde gemeinsam mit den Clausthaler Kollegen eine thermomechanische Behandlungsrouten erarbeitet, die aus Equal Channel Angular Pressing (ECAP) und einer anschließenden Wärmebehandlung bestand. Die Parameter wurden so gewählt, dass das Material die gleiche Raumtemperaturhärte und die gleiche Mikrokorngöße aufwies wie die Referenzlegierung. Die Abwesenheit von Karbiden auf den Mikrokorngrenzen machte sich im Kriechverhalten dramatisch bemerkbar. Das Material kroch um mehr als zwei Zehnerpotenzen schneller als X20, und es konnten Rekristallisationsvorgänge festgestellt werden. Unsere Arbeiten zu ultrafeinkörnigen Cr-Stählen stellten die Grundlagen der Dissertation von Dr.-Ing. Kwan-Gyu Tak dar, der auf dem Bild 35, das die Mitglieder der UFG-Forschergruppe bei einem Gruppensitzung in Bochum zeigt, kurz vor Abschluss seiner Arbeiten stand.

4.4 Ultra Fine Grained Materials

DFG Research Group FOR 544. *The reporting period was also marked by the interesting work done by DFG Research Group 544, coordinated by Prof. H.-J. Maier (University Paderborn). In FOR 544, we worked with colleagues from Aachen, Düsseldorf, Erlangen and Clausthal. In the first three-year funding period, our project concentrated on the role of fine carbides, which precipitate on the micro-grain boundaries of a tempered martensitic X20 steel. The object of the investigation was to discover how strongly the presence of these particles at grain boundaries affects creep resistance.*

The answer to this question was pursued by Dr. Aleksander Kostka (currently at the MPIE, Düsseldorf) and by Dr. Kwan-Gyu Tak (who is now with Hitachi Power Europe GmbH). An alloy devoid of carbon was melted, the composition of which largely resembled X20 in all other respects. Then a thermo-mechanical treatment route was developed together with our Clausthal colleagues which consisted of equal channel angular pressing (ECAP) and subsequent heat treatment. The parameters were chosen so that the material possessed the same room-temperature hardness and micro grain size as the reference alloy. The absence of carbides at the micro grain boundaries became dramatically evident in the creep behaviour. The material possessed a creep rate which was faster by more than two orders of magnitude compared to X20 and recrystallization processes were detected. Our work on ultra-fine-grained Cr-steels formed the basis of the dissertation by Dr.-Ing. Kwan-Gyu Tak, shown in Figure 35 shortly before completing his work, together with the other members of the UFG group of researchers at a group meeting in Bochum.



Bild 35: Arbeitssitzung der von der DFG geförderten Forschergruppe FOR 544 (Ultrafine Grained Materials) am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft im November 2006.

Fig. 35: Meeting of FOR 544 in Bochum in November 2006.

Das Bild zeigt die UFG-Forschergruppe bei einem Treffen in Bochum im Jahr 2006. Herr Prof. Dr. Y. Estrin folgte kurz nach diesem Treffen an der Ruhr-Universität einem Ruf an die Monash University in Australien. Frau Dr.-Ing. X. Moldova ging später zur DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), wo sie für unseren Bereich *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* zuständig ist.

Nach Abschluss der Arbeiten zum Chromstahl erfolgte in der zweiten Förderphase ein Wechsel der Forschungsrichtung. Dr.-Ing. Jan Frenzel arbeitete jetzt gemeinsam mit Dipl.-Ing. Juri Burow und Dr. Eric Payton an ultrafeinkörnigen NiTi-Formgedächtnislegierungen. Dabei ging es um die Strukturbildungsprozesse bei der Herstellung dieser Materialien, um den Einfluss einer hohen Dichte innerer Grenzflächen auf die martensitische Phasenumwandlung und um die mechanischen und funktionellen Eigenschaften. In dem Projekt wurden zunächst ultrafeinkörnige NiTi-Legierungen durch Equal Channel Angular Pressing (ECAP) und durch High Pressure Torsion (HPT) von Dr. Egor Prokofiev und Prof. Ruslan Valiev in Ufa (Russland) hergestellt. Da diese Verfahren relativ aufwändig sind und

The picture shows the UFG group of researchers at a meeting in Bochum in 2006. Shortly after this meeting at the Ruhr-Universität, Prof. Dr. Y. Estrin took up an appointment at the Monash University in Australia. Dr.-Ing. X. Moldova moved later on to the DFG (German Research Foundation), where she is responsible for materials science and technology.

During the second funding phase and after completion of the work on chromium steels, a change in the direction of our research occurred. Together with Dipl. -Ing. Juri Burow and Dr. Eric Payton, Dr.-Ing. Jan Frenzel turned his attention to ultra fine grained NiTi shape memory alloys. This work investigates the formation of microstructures during processing, the influence of a high density of internal interfaces on the martensitic phase transformation and the mechanical and functional properties. In the project, the first ultra fine grained NiTi alloys were produced by Dr. Egor Prokofiev and Prof. Ruslan Valiev in Ufa (Russia), by means of Equal Channel Angular Pressing (ECAP) and High Pressure Torsion (HPT). As these processes are comparatively complex and since in the case of

im Fall von HPT nur relativ kleine Probegeometrien erzeugt werden können, wurde alternativ versucht, ultrafeinkörnige NiTi-Legierungen durch konventionelles Drahtziehen herzustellen. Juri Burow hat dabei sehr erfolgreich eine Prozesskette entwickelt, mit welcher sogar nanokristalline Mikrostrukturen durch Wärmebehandlung stark verformter Drähte eingestellt werden können.

Juri Burow konnte im Rahmen seiner Dissertation zeigen, dass eine sehr feine Korngröße einen starken Einfluss auf elementare Prozesse der martensitischen Phasenumwandlung hat. Sofern die Korngröße unter ca. 100 nm liegt, wird die Akkommodation der Umwandlungsspannungen erschwert, da die hohe Dichte innerer Grenzflächen die Bildung von Martensit-Zwillingen einschränkt. Die von Prof. H.-J. Maier exzellent koordinierte Forschergruppe endete mit Ende unseres Berichtszeitraums.

HPT only relatively small sample geometries can be produced, as an alternative ultra fine grained NiTi alloys were prepared by conventional wire drawing. Juri Burow developed a very successful processing chain, with which well defined nanocrystalline microstructures can be established by means of the heat treatment of highly-deformed wires.

Juri Burow showed in his thesis that a very fine grain size strongly influences the elementary processes of the martensitic phase transformation. As long as the grain size is below approx. 100 nm, the accommodation of the transformation stresses is made more difficult because the high density of internal interfaces limits the formation of martensite twins. This excellently run research group, coordinated by Prof. H.-J. Maier completed their work and was disbanded at the end of our reporting period.

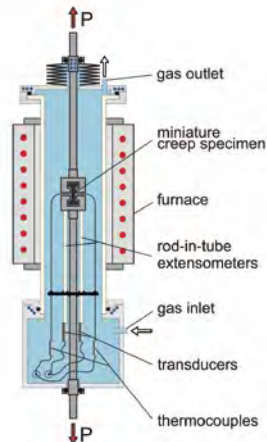


Bild 36: 1200°C Schutzgaskriechstand.

Fig. 36: 1200°C inert gas atmosphere creep test rig.

4.5 Beyond Ni-Base Superalloys

DFG-Forschergruppe FOR 727. Im Jahr 2007 nahm die Forschergruppe *Beyond Ni-Base Superalloys*, die von Prof. M. Heilmaier koordiniert wird, ihre Arbeit auf. Es geht um die Entwicklung neuer metallischer Werkstoffe, die mechanischen Belastungen bei Temperaturen oberhalb von 1200°C standhalten können. Aus volkswirtschaftlicher Sicht geht es dabei um die Erhöhung des thermischen Wirkungsgrads von Gasturbinen für die Energieversorgung und für die Luftfahrt, auch eine bessere Nutzung fossiler Ressourcen ist dabei von Interesse. Für die Werkstoffwissenschaft und angrenzende Disziplinen leitet sich aus dieser Fragestellung die Aufgabe ab, nach geeigneten Legierungen zu suchen. Diese müssen eingehend charakterisiert werden, um ihre Eignung hinsichtlich der gestellten Aufgabe unter Beweis zu stellen. FOR 727 beschäftigt sich insbesondere mit den Systemen Mo-Si-B und Co-Re, an denen Forscher der TU Darmstadt, der TU Braunschweig, der Universität Siegen, der Universität Bayreuth und der Ruhr-Universität Bochum arbeiten. Im Rahmen von FOR 727 geht es am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft insbesondere um die Kriecheigenschaften von Co-Re-Cr(C) Legierungen. Dabei werden Kriechversuche mit Minikriechproben im Temperaturbereich bis 1130°C durchgeführt. Außerdem werden mikrostrukturelle Untersuchungen im Durchstrahlungs elektronenmikroskop durchgeführt.

Christoph Somsen und Timo Depka sind am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft für die Forschungsarbeiten in FOR 727 zuständig. Die Forschergruppe wurde im Dezember 2009 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft positiv zwischen-evaluiert. Die zweite Förderphase hat im letzten Jahr des Berichtszeitraums begonnen und erstreckt sich noch bis ins Jahr 2013.

4.5 Beyond Ni-Base Superalloys

DFG Research Group FOR 727. In 2007, the research group entitled *Beyond Ni-Base Superalloys*, coordinated by Prof. M. Heilmaier, started work. The aim was to develop new metallic materials able to withstand mechanical stress at temperatures above 1200°C. From an economic perspective, the objective is to increase the thermal efficiency of gas turbines for power generation and for the aerospace industry; better utilisation of fossil resources was also a point not to be overlooked. For materials scientists and those working in related disciplines, this objective led to the task, both enticing and challenging in equal measures, of discovering suitable alloys using metallurgical and metal-physical principles. These needed to be characterized in great detail, in order to demonstrate their suitability. The FOR 727 research group is concerned in particular with the Mo-Si-B and Co-Re systems, which researchers at the TU Darmstadt, the TU Braunschweig, the University of Siegen, the University of Bayreuth and the Ruhr-Universität Bochum are all working on. As part of FOR 727, the creep behaviour of Co-Re-Cr(C) alloys in particular is being investigated at the Chair for Materials Science and Engineering. Creep tests using mini creep samples were performed at temperatures of up to 1130 °C. In addition, microstructural examinations were performed with the transmission electron microscope.

At our Chair for Materials Science and Engineering, Christoph Somsen and Timo Depka are responsible for the work done in the FOR 727 research group. The research group received a positive intermediate evaluation from the German Research Foundation in December 2009. The second funding phase began during the last year of this reporting period and extends into the year 2013.

4.6 Forschungsgruppen

Im Berichtszeitraum haben sich am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft neue Arbeitsgruppen gebildet, die an speziellen Themen forschen. Diese Arbeitsgruppen greifen meist auf Kompetenzen aus den verschiedenen Forschungsgebieten zu, die in Abschnitt 4.1 beschrieben wurden. Wir wollen diese Forschungsgruppen hier kurz beschreiben.

Hochtemperaturplastizität (G. Eggeler). In der Hochtemperaturgruppe geht es um die elementaren Verformungs- und Schädigungsprozesse, die das Kriechverhalten von Ingenieurwerkstoffen bestimmen. Dr.-Ing. F. Otto, der seit September 2011 am ORNL in Knoxville (USA) forscht, untersuchte den Einfluss der Korngrenzenkristallographie und -chemie auf die Kriechporenbildung. Dr.-Ing. D. Kurumlu führte neue werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum Kriechverhalten von faserverstärkten Aluminiumlegierungen durch. Dr.-Ing. D. Peter befasste sich mit ein- und mehrachsigem Kriechen von modernen Titanaluminiden.

Herr PD Dr. N. Zotov bearbeitete ein deutsch/amerikanisches Projekt zum Einsatz der Nanoindentation bei der mikro-mechanischen Charakterisierung von TBC-Schutzschichten. Alle vier Projekte werden von der DFG bzw. von DFG und NSF gefördert.

Dipl.-Ing. Ph. Nörtershäuser und Dr.-Ing. L. Agudo erforschten mikrostrukturelle Änderungen beim Kriechen einkristalliner Superlegierungen und halfen bei der Vorbereitung des neuen SFB/Transregio 103 in diesem Gebiet.

Processing und ICAMS Advanced Study Group Input Data and Validation (Dr.-Ing. J. Frenzel). Jan Frenzel ist am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft für die Herstellung und für die thermomechanische

4.6 Research Groups

In the period under review, a number of new working groups evolved at the Chair for Materials Science and Engineering to concentrate on specific topics. These working groups mostly draw on expertise from the different research areas as described in Section 4.1. We briefly describe these research groups below.

High Temperature Plasticity (G. Eggeler). *The high temperature group concentrates on the elementary deformation and damage processes that govern creep of engineering materials. Dr.-Ing. F. Otto, who since September 2011 works at the ORNL in Knoxville (USA), was studying the influence of grain boundary crystallography and chemistry on creep cavity formation. Dr.-Ing. D. Kurumlu is undertaking new material investigations on the creep behaviour of fibre-reinforced aluminium alloys. Dr.-Ing. D. Peter was dealing with single and multi-axial creep of modern titanium aluminides.*

PD Dr. N. Zotov conducted a German /American research project on nano-indentation for the micromechanical characterization of TBC coatings. All four projects were funded either by the DFG, or by the DFG together with the NSF.

Dipl.-Ing. Ph. Nörtershäuser and Dr.-Ing. L. Agudo have investigated microstructural changes occurring during the creep of single crystal superalloys and helped to prepare the new collaborative research centre SFB/Transregio 103 in this field.

Processing and ICAMS Advanced Study Group Input Data and Validation (Dr.-Ing. J. Frenzel). *At the Chair for Materials Science and Engineering, Jan Frenzel is responsible for the production*

Behandlung von Werkstoffen zuständig. Mittlerweile ist er in der ganzen Welt für seine qualitativ hochwertigen Arbeiten zum Erschmelzen von binären, ternären und quaternären Formgedächtnislegierungen auf NiTi-Basis bekannt.

Seit der Gründung des ICAMS organisiert Jan Frenzel eine der drei Advanced Study Groups, die den Titel *Input Data and Validation* trägt. Dabei geht es darum, den Modellierern von ICAMS Zugang zu den experimentellen Einrichtungen des Instituts für Werkstoffe zu ermöglichen, insbesondere wenn es um anspruchsvollere experimentelle Fragestellungen geht. Die Gruppe soll für ICAMS-Forschung Inputdaten bereitstellen, wo das erforderlich ist. Es sollen auch Validierungsexperimente durchgeführt werden, um theoretische Modelle zu validieren. In der Gruppe von Jan Frenzel führen derzeit Herr Dipl.-Ing. Burkhard Maaß und Herr Dipl.-Ing. Mustafa Rahim ihre Doktorarbeiten durch. Gemeinsam mit Kollegen von ICAMS, von der Uni Paderborn und von der LMU München bereitet Jan Frenzel eine neue Forschungsaktivität zu Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen vor.

Werkstoffe der Medizintechnik (Dr.-Ing. M. Frotscher). Die Arbeitsgruppe von Matthias Frotscher, dem Sprecher des Transferbereichs des SFB459, befasste sich im Berichtszeitraum mit Anwendungen von NiTi-Legierungen in der Medizintechnik. Hier ging es einmal um die strukturelle Ermüdung von pseudoelastischen NiTi-Formgedächtnislegierungen. Insbesondere sollte die Frage beantwortet werden, ob Unterschiede im Kohlenstoff- und Sauerstoffgehalt von Formgedächtnislegierungen die Ermüdungsfestigkeit signifikant beeinflussen können.

Außerdem beschäftigte sich die Gruppe mit dem Korrosionsverhalten von Formgedächtnislegierungen. Und schließlich ging es um die Entwicklung und Prüfung von Implantaten und Werkzeugen.

of materials and their thermomechanical treatment. In the meantime, he has become known throughout the world for the high quality of his work performed in melting binary, ternary and quaternary shape memory alloys based upon NiTi.

Since the inception of ICAMS, Jan Frenzel organises one of the three Advanced Study Groups, which bears the title Input Data and Validation. The aim is to give the ICAMS modellers access to the experimental facilities in the Institute for Materials, particularly for demanding, advanced experimental investigations. The group has been set up to provide input and validation data for ICAMS research, where it is required. Validation experiments will also be conducted, in order to validate theoretical models. In the group led by Jan Frenzel, Dipl.-Ing. Burkhard Maaß and Dipl.-Ing. Mustafa Rahim, are working on their doctoral theses. Together with colleagues from ICAMS, from the University of Paderborn and from the LMU Munich, Jan Frenzel is preparing a new research activity focusing on high temperature shape memory alloys.

Materials for Medical Applications (Dr.-Ing. M. Frotscher). *The working group run by Matthias Frotscher, the spokesman for the transfer section of SFB459, dealt in the reporting period with the applications of NiTi alloys in medical technology. One of the fields of interest in this research group was the structural fatigue of pseudo-elastic NiTi shape memory alloys. In particular, the question of whether differences in the carbon and oxygen content of shape memory alloys can significantly affect the fatigue strength is under consideration.*

In addition, this group also dealt with the corrosion behaviour of shape memory alloys and last but not least, the development and testing of implants and tools was undertaken.

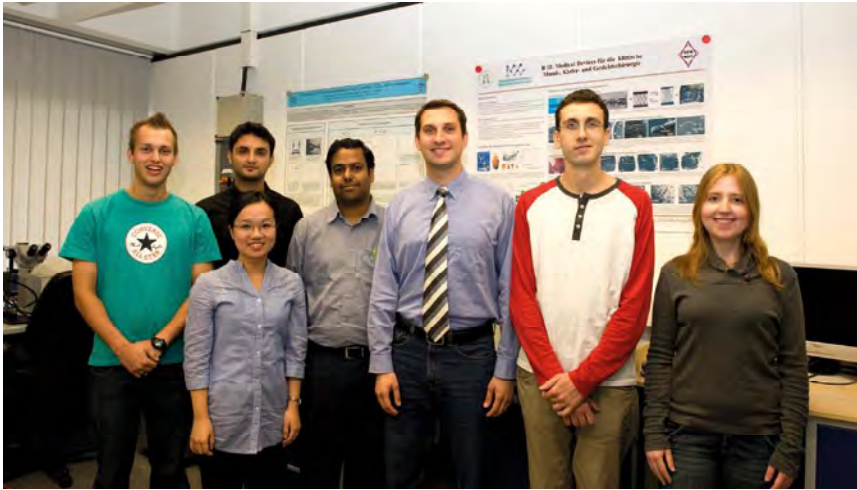


Bild 37: Forschungsgruppe Werkstoffe der Medizintechnik (Matthias Frotscher).
Fig. 37: Research Group Materials for Medical Applications (Matthias Frotscher).

Elisa Janzen Kassab von der Federal University of Rio de Janeiro, Brasilien, arbeitet seit April 2010 in der Gruppe von M. Frotscher an ihrer Doktorarbeit zum Einfluss von Legierungszusammensetzung, Mikrostruktur und mechanischen Lasten auf das Korrosionsverhalten von Formgedächtnislegierungen für die Medizintechnik. Sie hat ihre Forschungsarbeiten in Brasilien begonnen und wird nach einem 2jährigen, vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) finanzierten Forschungsaufenthalt am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft ihre Arbeit in Rio de Janeiro abschließen.

Dr. Boris Monchev von der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften befasste sich mit elektrochemischen Fragestellungen zur Korrosion von NiTi-Formgedächtnislegierungen und half, in der Gruppe Werkstoffe der Medizintechnik einen Korrosionsmessplatz neu aufzubauen.

Dr. Lakshman Neelakantan promovierte als Student der International Max Planck Research School SurMat bei uns. Er hat

Elisa Janzen Kassab of the Federal University of Rio de Janeiro, Brazil, has been working in M. Frotscher's group on her doctoral thesis since April 2010; her subject is the influence of alloy composition, microstructure and mechanical loads on the corrosion behaviour of shape memory alloys for medical applications. She took up her research work in Brazil and will complete it after a two year research period funded by the German Foundation DAAD at our Chair for Materials Science and Engineering back home in Rio de Janeiro.

Dr. Boris Monchev of the Bulgarian Academy of Sciences investigated issues relating to the electrochemical corrosion of NiTi shape memory alloys and as a member of the Materials for Medical Applications research group, assisted in setting up a corrosion measuring station from scratch.

Dr. Lakshman Neelakantan graduated with us, as a student of the International Max Planck Research School SurMat. He

am Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf tiefgehende Erfahrungen im Bereich der Elektrochemie sammeln können. Er beschäftigte sich bei uns mit der Entwicklung von In-situ-Prüfständen, die gleichzeitige mechanische und elektrochemische Messungen erlauben.

Es ist schade, dass die Gruppe *Werkstoffe der Medizintechnik* zum Ende des Berichtszeitraums ihre Arbeit eingestellt hat. Dr. Frotscher ist einem sehr attraktiven Angebot aus der Industrie gefolgt, Dr. Lakshman Neelakantan folgte einem Ruf ans renommierte IIT Madras und die Doktorarbeit von Frau Elisa Janzen Kassab steht kurz vor dem Abschluss.

Werkstoffmodellierung (Dr.-Ing. O. Kastner). Die Modellierungsgruppe von Oliver Kastner beschäftigt sich mit der Finiten Elemente-Modellierung des thermomechanischen Verhaltens von Formgedächtnislegierungen. Auf diesem Gebiet konnte Oliver Kastner gemeinsam mit Dr.-Ing. Frank Richter, der über ein von Oliver Kastner eingeworbenes DFG-Projekt finanziert wurde, sehr schöne Ergebnisse erzielen. Auf diesem Gebiet hat Frau Stefanie Jaeger unter Leitung von Oliver Kastner eine Doktorarbeit in Angriff genommen.

Ein zweites Thema, das Oliver Kastner vorantreibt, ist die molekulardynamische Modellierung der martensitischen Umwandlung. Dabei konnte er eindrucksvoll zeigen, dass man auch aus 2D-Modellsystemen mit einfachen Lennard Jones-Potentialen wesentliche metallphysikalische Erkenntnisse zur martensitischen Umwandlung gewinnen kann. Seine Ergebnisse haben in der Scientific Community hohe Anerkennung gefunden. Oliver Kastner konnte im November 2010 seine Habilitation abschließen. Seine Habilitationsschrift ist in englischer Sprache verfasst und wurde bereits vor der Veröffentlichung im Springer-Verlag stark nachgefragt.

gained in-depth experience in the field of electrochemistry at the Max Planck Institute for Iron Research in Düsseldorf. In our group, he was working on the development of in-situ test rigs which are capable of performing combined mechanical and electrochemical measurements.

It is a pity that this successful research group will not continue work after the end of this reporting period. Dr.-Ing. Matthias Frotscher followed an attractive offer from industry and Dr. Lakshman Neelakantan will join the prestigious Indian Institute for Technology in Madras as an assistant professor, Mrs. Elisa Janzen Kassab will finish her PhD thesis shortly.

Materials Modelling (Dr.-Ing. O. Kastner). *Oliver Kastner's modelling group deals with the finite element modelling of the thermo mechanical behaviour of shape memory alloys. Oliver Kastner, together with Dr.-Ing. Frank Richter, who was funded by a DFG project which was acquired by Oliver Kastner, were able to achieve most satisfactory results in this field. Ms. Stefanie Jaeger, supervised by Oliver Kastner, took up work on her PhD thesis on this subject during the last year of this reporting period.*

A second topic that Oliver Kastner is driving forward is the molecular dynamic modelling of the martensitic transformation. He has shown most impressively that it is possible to gain significant metal-physical insights into the martensitic transformation from 2-D modelling systems, using the simple Lennard-Jones potential. His results have won him high regard in the scientific community. Oliver Kastner completed his habilitation in November 2010. His thesis was written in English and was in great demand even before publication by Springer.

Werkstoffkunde von Polymeren (Dr. K. Neuking). Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft gab es schon immer eine kleine Arbeitsgruppe, die sich mit der Herstellung und den funktionellen und strukturellen Eigenschaften von Polymeren befasste. Diese Gruppe wird von Dr. rer. nat. Klaus Neuking, dem wissenschaftlichen Sekretär des SFB459 und des neuen SFB/Transregio 103, geleitet.

In den ersten beiden Jahren des Berichtszeitraums führten Dipl.-Ing. Stéphane Kemtchou (Stipendiat der International Max Planck Research School SurMat) und Dipl.-Ing. Anwar Abu-Zarifa Doktorarbeiten durch, die sich mit molekularen und makroskopischen Aspekten der Haftung von Polymeren auf NiTi-Formgedächtnislegierung befassten. Beide schlossen im Jahr 2007 ihre Arbeiten ab, Dr.-Ing. S. Kemtchou arbeitet heute bei Vallourec & Mannesmann in Düsseldorf, während Dr.-Ing. A. Abu-Zarifa eine Position als Assistant Professor im Engineering Department der Islamischen Universität Gaza in Palästina angetreten hat. Von 2007 bis 2011 arbeitete Frau Dr.-Ing. Christina Schmidt an einer Doktorarbeit in der Polymergruppe. An den Forschungsarbeiten beteiligte sich auch Herr Prof. A. M. S. Chowdhury, der als AvH-Stipendiat Gast am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft war. Zum Ende des Berichtszeitraums hat Herr Dipl.-Ing. Safa Mogarebi mit einer Doktorarbeit zu Formgedächtnispolymeren angefangen.

Materials Science of Polymers (Dr. K. Neuking). *At the Chair for Materials Science and Engineering, there had always been a small working group dealing with the production and the functional and structural properties of polymers. This group is headed by Klaus Neuking, the scientific secretary of SFB459 and of SFB/Transregio 103.*

During the first two years of this reporting period, Dipl.-Ing. Stéphane Kemtchou (Fellow of the International Max Planck Research School SurMat) and Dipl.-Ing. Anwar Abu-Zarifa conducted doctoral work which dealt with the molecular and macroscopic aspects of the adhesion of polymers to NiTi shape memory alloys. Both completed their work in 2007; Dr.-Ing. S. Kemtchou works today at Vallourec & Mannesmann in Düsseldorf, while Dr.-Ing. A. Abu-Zarifa has taken a position as Assistant Professor in the Engineering Department at the Islamic University of Gaza in Palestine. From 2007 to 2011, Dr.-Ing. Christina Schmidt has been working on a thesis in the polymer group. Its focus was on the functional fatigue of shape memory polymers. Prof. A. M. S. Chowdhury, an AvH guest scholar at the Chair for Materials Science and Engineering, also participated in the research. Towards the end of the reporting period, Dipl.-Ing. Safa Mogarebi began his dissertation in the polymer group.



Bild 38: Forschungsgruppe Werkstoffkunde von Polymeren (Klaus Neuking).

Fig. 38: Research Group Engineering Polymers (Klaus Neuking).

Mechanische Eigenschaften kleinskaliger Systeme (Dr.-Ing. J. Pfetzling-Micklich). Janine Pfetzling-Micklich leitet eine Forschergruppe, die sich mit dem mechanischen Verhalten kleinskaliger Systeme beschäftigt. Dabei untersucht sie das Verhalten von Formgedächtnislegierungen bei der Nanoindentation. Sie analysiert das mechanische Verhalten dieser Werkstoffe und interessiert sich gleichzeitig an den mikrostrukturellen Vorgängen im Material in der Nähe des Indenters. Dazu führt sie mit Hilfe von fokussierten Ionenstrahlen Zielpräparationen durch, mit deren Hilfe sie Proben für die Durchstrahlungselektronenmikroskopie herstellt.

Janine Pfetzling-Micklich stößt mit ihren Arbeiten auf großes Interesse. Sie wurden mit dem Werkstoffinnovationspreis 2010 der Firma ThyssenKrupp ausgezeichnet. Man kann das auch daran festmachen, dass sie mit führenden Gruppen im Ausland zusammenarbeitet. So verbrachte sie einige Monate an der University of Cambridge in Großbritannien und am Oak Ridge National Laboratory/USA. Janine Pfetzling-Micklich konnte im Rahmen einer von Prof. M. Heilmaier initiierten Exzellenzakademie der DFG zum Thema *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* ihre eigene Stelle für drei Jahre erwerben. Mit Frau Dipl.-Ing. Jenna-Kathrin Heyer fing eine erste Doktorandin in der Gruppe von Frau Pfetzling an. Im September 2011 wurde Janine Mutter eines kleinen Benedikt, wir gratulieren ihr hierzu ganz herzlich.

Elektronenmikroskopie / TEM (Dr. rer. nat. Ch. Somsen). Die TEM-Gruppe unseres Lehrstuhls, unter Leitung von Dr. Christoph Somsen, hat im Berichtszeitraum eine Reihe sehr schöner Erfolge erzielt. Hervorzuheben wäre die Analyse der von Karbiden und intermetallischen Phasen und deren Änderungen beim Langzeitkriechen eines Chromstahls. Auf diesem Gebiet führte Herr Dr.-Ing. A. Aghajani seine Doktorarbeit durch. Ebenso große Aufmerksamkeit haben die Arbeiten erfahren, die sich mit In-situ-

Mechanical Properties of Small Scale Systems (Dr.-Ing. J. Pfetzling-Micklich). *Janine Pfetzling-Micklich directs a research group that focuses on the mechanical behaviour of small scale systems. It examines the behaviour of shape memory alloys which are subject to nanoindentation. She analyses the mechanical behaviour of these materials during nanoindentation, and is also interested in the microstructural processes in the material in the vicinity of the indenter. She carries out target preparations with the aid of focused ion beams, with which she can produce thin foils for transmission electron microscopy.*

Janine Pfetzling-Micklich's work has aroused great interest. She was awarded the ThyssenKrupp Materials Innovation Prize in 2010. The fact that she is working with leading groups abroad is a further indication of her vigour. She spent several months at the University of Cambridge in Great Britain and at the Oak Ridge National Laboratory in the USA. Janine Pfetzling-Micklich was able to secure her own position with tenure of three years at the German Research Foundation Academy of Excellence, initiated by Prof. Martin Heilmaier, on the subject of Materials Science and Engineering. Dipl.-Ing. Jenna-Kathrin Heyer started work on her Dr.-Ing. Thesis in Ms. Pfetzling's group in December 2010. In September 2011 Janine gave birth to a little Benedikt, we are very happy with her and congratulate.

Electron Microscopy / TEM (Dr. rer. nat. Ch. Somsen). *The TEM group at our Chair, led by Dr. Christoph Somsen, produced a series of most successful results during the period under review. The analysis of carbides and intermetallic phases and changes in the long-term creep of a chromium steel deserve particular mention. Dr.-Ing. A. Aghajani did the work for his doctoral thesis in this field. The work conducted with TEM in-situ experiments, in which materials were heated, cooled or drawn, enjoyed the same considerable*

Experimenten im TEM befassen, bei denen geheizt/gekühlt oder gezogen wird. Hier haben Dr.-Ing. A. Kröger und Dr.-Ing. T. Simon entscheidende Beiträge zu einem besseren Verständnis elementarer Verformungs- und Umwandlungsprozesse in NiTi geleistet.

amount of attention. Dr.-Ing. A. Kröger and Dr.-Ing. T. Simon made decisive contributions to a better understanding of elementary deformation and transformation processes in NiTi.

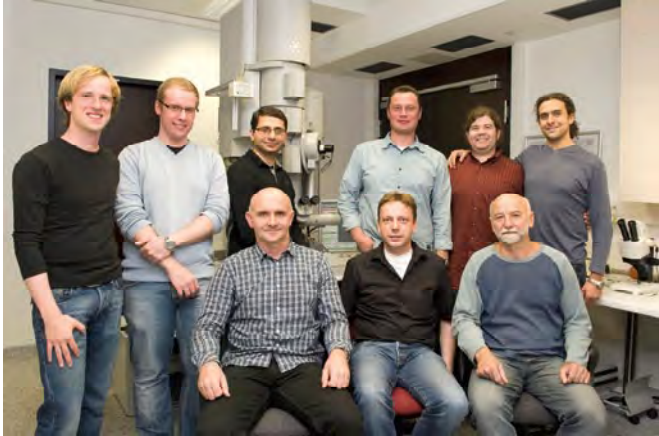


Bild 39:
Forschungsgruppe
Durchstrahlungselektronen-
mikroskopie
(C. Somsen).

Fig. 39:
Research Group
Transmission
Electron
Microscopy
(C. Somsen).

Die Durchstrahlungselektronenmikroskopie wird auch von anderen Gruppen des Instituts für Werkstoffe und aus anderen Fakultäten der Ruhr-Universität Bochum genutzt. Dabei muss sich oft ein Mitglied der TEM-Gruppe unseres Lehrstuhls in die Untersuchungen mit einschalten, die Arbeitsbelastung ist hoch. In den letzten beiden Jahren des Berichtszeitraums ist auch in der Industrie deutlich geworden, dass in unserer TEM-Gruppe auch komplexe Gefüge von Ingenieurwerkstoffen gut abgebildet und interpretiert werden können. Deshalb steigt auch die Nachfrage unserer Industriepartner nach TEM-Arbeiten an.

Our transmission electron microscopy facilities are also used by other groups from within the Institute for Materials and from other faculties of the Ruhr-Universität Bochum. Very often, a member of our Chair's TEM group needs to be seconded to the investigation at hand; the resulting workload is thus considerable. During the last two years of the reporting period, it became apparent to those working in industry that our TEM group is well able to image and interpret even the highly complex structures of engineering materials. This has led to increased demand for TEM work from our partners in industry.

Seit September 2010 ist Dr. Antonín Dlouhy vom Institute of Physics of Materials der Tschechischen Akademie der Wissenschaften in Brno an der Ruhr-Universität zum apl. Professor für Durchstrahlungselektronenmikroskopie von Werkstoffen ernannt worden. Er führt seine Forschungsarbeiten bei uns in enger Abstimmung mit Dr. Somsen durch.

In September 2010, Dr. Antonín Dlouhy from the Institute of Physics of Materials of the Czech Academy of Sciences in Brno, was appointed Associate Professor for the Transmission Electron Microscopy of Materials at the Ruhr-Universität Bochum. He conducts his research in close collaboration with Dr. Somsen.

Emmy Noether-Gruppe Zwillingsbildung (Dr.-Ing. Martin Wagner). Etwa drei Jahre arbeitete Martin Wagner im Berichtszeitraum sehr erfolgreich als Emmy Noether-Gruppenleiter am Institut für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum. Die Gruppe war stark in Forschung und Lehre an unserem Lehrstuhl eingebunden.

Die Zwillingsbildung ist einer der elementaren Verformungsprozesse im kristallinen Festkörper. In der Emmy Noether-Gruppe wird die Zwillingsbildung in den komplexen Mikrostrukturen ausgewählter funktioneller (NiTi-Formgedächtnislegierungen) bzw. struktureller (Titanaluminide, TiAl) Ingenieurwerkstoffe untersucht. Das Hauptaugenmerk gilt dem Zusammenhang zwischen mikrostrukturellen Parametern und makroskopischen Eigenschaften. Dazu werden neue mikromechanische Experimente (Nanoindentierung, In-situ-Verformung kleiner und kleinster Proben im Raster- und Durchstrahlungselektronenmikroskop) mit modernen mikrostrukturellen Charakterisierungsmethoden (Orientation Imaging Microscopy, quantitative analytische Elektronenmikroskopie) kombiniert.

Die experimentellen Ergebnisse werden auf der Grundlage numerischer und theoretischer Betrachtungen interpretiert und skalenübergreifend modelliert (Ab-Initio-Simulation, Molekulardynamik; atomistische Aspekte; Mikromechanik; Mikrostrukturen; Finite Elemente; makroskopische Spannungszustände). Als Doktoranden gehörten Janine Pfetzing, Christian Großmann und Andreas Schäfer zur Emmy Noether-Gruppe. Martin Wagner setzt die Aktivitäten der Emmy Noether-Gruppe nach seinem Ruf an die TU Chemnitz dort fort. Dabei führen Christian Großmann und Andreas Schäfer ihre Doktorarbeiten in Bochum weiter und schlossen diese gegen Ende des Berichtszeitraums ab.

Emmy Noether Group Twinning (Dr.-Ing. Martin Wagner). For about three years, Martin Wagner worked most successfully as an Emmy Noether Group Leader at the Institute for Materials at the Ruhr-Universität Bochum. This group was heavily involved in both research and teaching at our Chair.

Twinning is one of the elementary processes of deformation in crystalline solids. The Emmy Noether Group investigates the formation of twins in the complex microstructures of selected functional engineering materials (NiTi shape memory alloys) and structural engineering materials (titanium aluminides, TiAl). The main focus of the work is on the relationship between microstructural parameters and macroscopic properties. To this end, new micromechanical experiments (nano-indentation, in-situ deformation of small and very small samples in scanning and transmission electron microscopes) are combined with modern microstructural methods of characterisation (orientation imaging microscopy, quantitative analytical electron microscopy).

The experimental results are interpreted based on numerical and theoretical considerations, and subjected to multi-scale modelling (ab initio simulation, molecular dynamics; atomistic aspects; micromechanics; micro structures; finite element analysis; macroscopic stress states). Janine Pfetzing, Christian Großmann and Andreas Schäfer were the graduate student members of the Emmy Noether Group. After his appointment to the Technical University of Chemnitz, Martin Wagner continued the activities of the Emmy Noether Group. Christian Großmann and Andreas Schäfer completed their doctoral work in Bochum shortly at the end of the reporting period.

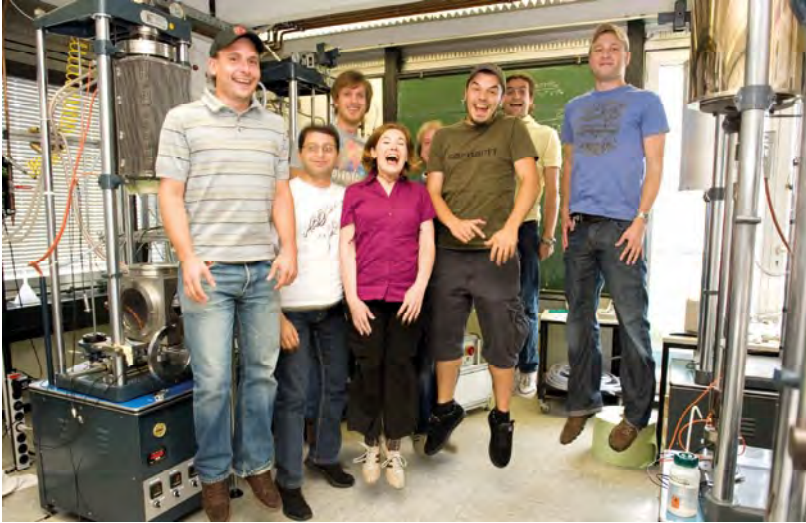


Bild 40: Projektteam Cr-Stähle für die Luftfahrt (Victoria Yardley).
Fig. 40: Research group Cr-Steels for aero space applications (Victoria Yardley).

Mikrostrukturelle Analyse von Hochtemperaturwerkstoffen (Dr. Victoria Yardley). Seit Sommer 2010 ist Victoria Yardley als Juniorprofessorin am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft. Ihr besonderes wissenschaftliches Interesse gilt den angelassenen martensitischen Stählen, sie arbeitet damit an der Schnittstelle zwischen Martensitforschung und Kriechforschung. Derzeit führt sie Forschungsarbeiten an einem Cr-Stahl durch, der in der Luftfahrt zum Einsatz kommen soll. Hier koordinierte sie eine Forschungsgruppe, die mit der MTU München zusammenarbeitet. Sie ist außerdem am Einfluss von Bor auf die Kriechfestigkeit von Cr-Stählen interessiert. Sie befasst sich mit Kriechrischwachstum und wendet die Methode der orientierungsabbildenden Rasterelektronenmikroskopie an, um Mikrostrukturen vor Rissen zu untersuchen. In Bochum hat sie auch Arbeiten zum Aufschmelzen von Legierungen an Korngrenzen aufgegriffen.

Microstructural Analysis of High Temperature Materials (Dr. Victoria Yardley). Victoria Yardley has been working as a Junior Professor at our Chair for Materials Science and Engineering since the summer of 2010. Her special scientific interest lies in tempered martensitic steels, where she works at the interface between martensite and creep research. She is currently conducting research on a Cr-steel, which is destined for use in the aerospace industry; in this role, she coordinates a research group that collaborates with MTU Munich. She is also interested in the influence of Boron on the creep resistance of Cr-steels. She is involved with the propagation of creep cracks and investigates this phenomenon by means of orientation imaging scanning electron microscopy. In Bochum, she has also taken up research on local melting processes at grain boundaries of alloys.

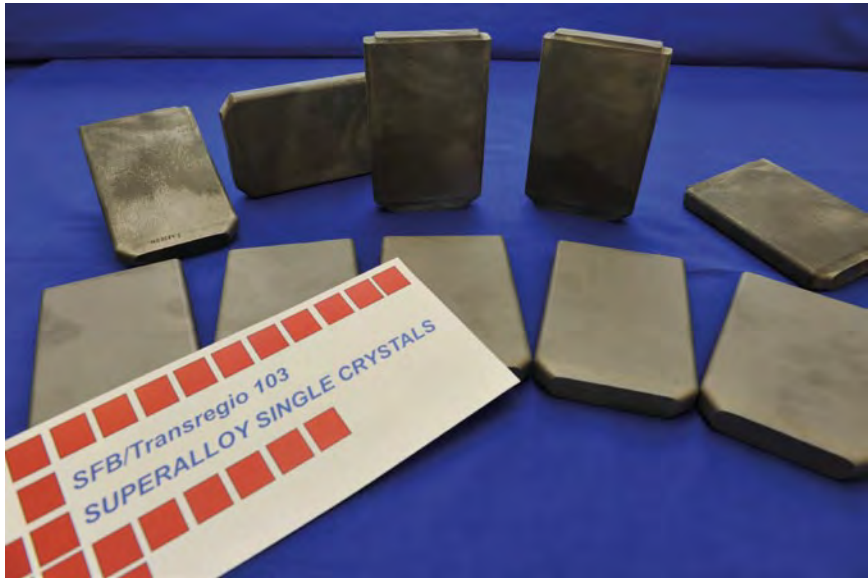


Bild 41: Einkristalline Superlegierungsplatten für Untersuchungen im neuen SFB/Transregio 103.

Fig. 41: Single crystal super alloy plates for investigations in the new SFB/Transregio 103.

5. Lehre

Grundausbildung, forschendes Lernen und Studienabschlüsse: Unser Lehrstuhl ist stark in die materialwissenschaftlichen Lehraktivitäten an der Ruhr-Universität Bochum eingebunden. Das gilt für die Grundlagenvorlesungen über Werkstoffe für Ingenieure und Naturwissenschaftler. Das betrifft die Vorlesung für Werkstoffvertiefer in den Bachelor- und Masterstudiengängen Werkstoff-Engineering. Das umfasst die Lehrleistungen, die wir für andere Vertiefungsrichtungen der Fakultät für Maschinenbau und für andere ingenieur- und naturwissenschaftliche Studiengänge erbringen. Und das gilt für unsere Lehrbeiträge zum englischsprachigen Studiengang *Materials Science and Simulation* sowie zum Programm der International Max Planck Research School SurMat.

Verteiltes und kohärentes Lehrangebot: Unsere Lehrangebote sind über verschiedene Vertiefungsrichtungen und Studiengänge verteilt. Die Zusammenstellung in diesem Kapitel soll aber deutlich machen, dass unser Lehrangebot sehr wohl aus einem Guss ist. Wir sind an der Ruhr-Universität Bochum für die Vermittlung der Grundlagen der Ingenieurwerkstoffe (Metalle, Keramik, Polymere und Verbundwerkstoffe) verantwortlich. Dabei helfen uns unsere externen Partner und unsere Kolleginnen und Kollegen an der Ruhr-Universität Bochum.

Unsere Aufgabe in der Lehre: Wir bringen unseren Studierenden neben grundlegenden Werkstoffkenntnissen die Wissenschaft von den Werkstoffen mit ihrer grundlagenorientierten (Versetzungsdynamik, Kinetik von Festkörperreaktionen, experimentelle Methoden) und ihrer integrativen, anwendungsbezogenen Seite (Werkstoffherstellung, Werkstoffauswahl, Recycling) in Theorie und Praxis bei. Wir gehören als Werkstoffwissenschaftler zu den Ingenieurwissenschaft-

5. Teaching

Basic Courses, Research-Based Learning and Qualifications: *Our Chair is an intrinsic part of the teaching of materials science at the Ruhr-Universität Bochum. We provide the basic lectures on materials for engineers and scientists. We design and deliver the lectures aimed at students in the materials engineering programs at both the bachelor and masters levels in materials engineering. We also teach students who have chosen other career paths in the Faculty of Mechanical Engineering and we provide lectures for students from natural science programs (physics, chemistry and geosciences). We also contribute to the English master course Materials Science and Simulation and to the post doctoral course program of the International Max Planck Research School, SurMat.*

Broad, Coherent Curriculum: *The courses we teach cover a variety of specialisations and subjects. However, when reading the summary given in this chapter, one can notice that our curriculum actually consists of a careful selection of facets of a greater, common whole. At the Ruhr-Universität Bochum we are responsible for teaching the fundamentals of engineering materials (metals, ceramics, polymers and composites). In doing so, we have help from our partners from within our university and from external research institutes.*

Our teaching objectives: *In addition to imparting a basic knowledge of materials, we instruct our students in theory and in practice in the science of materials, both from a fundamental perspective (dislocation dynamics, kinetics of solid-state reactions, experimental methods) as well as from an integrative, application-oriented viewpoint (materials processing, materials selection, re-cycling). As materials scientists, we are part of the engineering sciences, even though we are strongly*

ten, auch wenn wir stark naturwissenschaftlich geprägt sind. In der Lehre sehen wir unsere Aufgabe darin, Werkstoffingenieure mit Sachkenntnis und Kreativität, Spürsinn und Verantwortung auszubilden.

influenced by the natural sciences. Our teaching strategies aim to educate materials engineers with expertise and creativity, flair and responsibility.

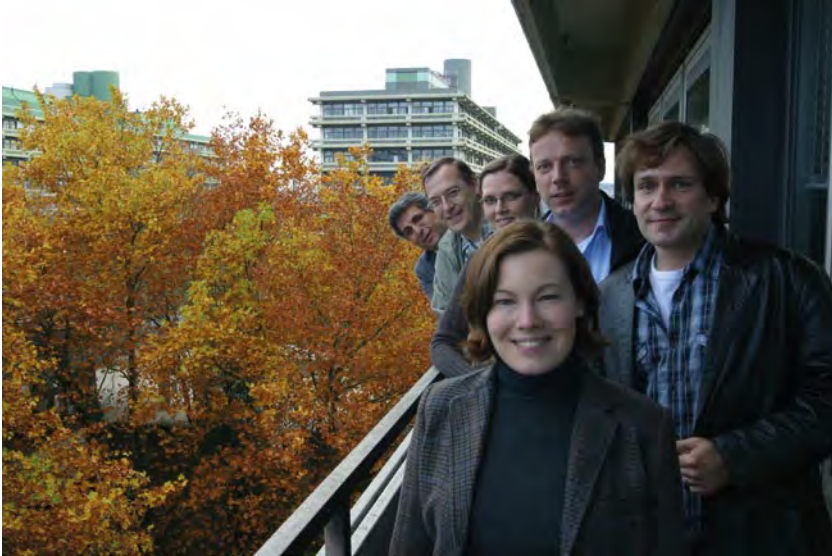


Bild 42: WW-Mitglieder mit Lehraufgaben.

Fig. 42: Members of our chair who teach materials classes.

Durch Wissenschaft geprägtes Klima: Dazu wollen wir unsere Studierenden in einem durch Wissenschaft geprägten Klima erziehen. Dieses resultiert aus aktiver Forschung und engagierter Lehre, die in der internationalen Scientific Community unseres Faches geschätzt wird. Das durch Wissenschaft geprägte Klima sollte so beschaffen sein, dass die Studierenden eine tatsächliche Auseinandersetzung mit den tatsächlichen technischen, wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Problemen spüren. Ingenieurinnen und Ingenieure müssen Technikfolgen abschätzen können und verstehen, dass technische Innovation nur durch Integration mit anderen gesellschaft-

A Learning and Working Environment Shaped by Science: To this end, we impart knowledge to our students in an environment saturated with science. This is the result of active research and engaged teaching, something which is recognised and respected by the international scientific community involved in our field. In this scientific climate, the students are confronted with the actual technical, scientific and social problems we face today. Engineers need to be able to evaluate and understand the consequences of technology; they need to appreciate that technical innovation can only make a meaningful contribution to the complete resolution of the problems currently facing our soci-

lichen Entwicklungen einen sinnvollen Beitrag zur Lösung der Probleme leistet, denen unsere Gesellschaft heute gegenübersteht.

ety through integration with the other developments taking place in that society.

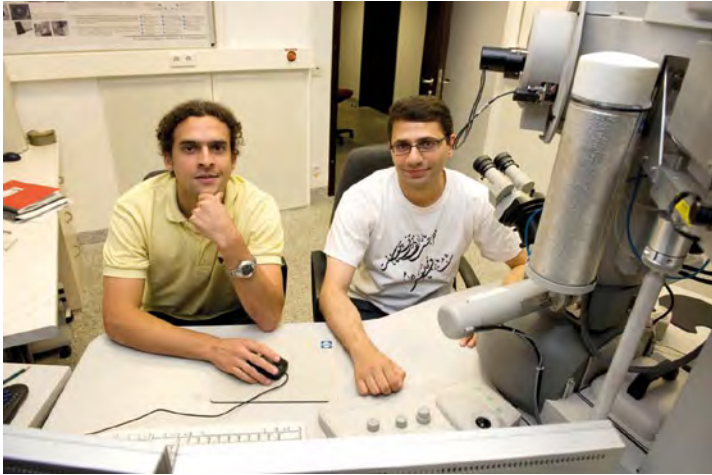


Bild 43 / Fig. 43: Leonardo Agudo, Ali Aghajani (TEM).

Diese Art von Ausbildung geschieht nicht notwendigerweise nur durch Vorlesungen mit entsprechenden Titeln. Dies hat auch mit der Umgebung jedes Mitglieds des Instituts zu tun, mit der Art der Forschungsprojekte, mit der Vor- und Nachbereitung von Vorlesungen und Exkursionen, mit dem Gedankenaustausch mit Anderen und bei Gesprächen am Rande der täglichen Arbeit.

Exponentiell anwachsendes Wissen: In der Lehre versuchen wir, dem exponentiell anwachsenden Wissen nicht durch immer mehr Vorlesungsstoff, sondern durch intelligentes Verdichten beizukommen. Dazu müssen an wenigen Beispielen (Perlitbildung, Härtung von Stahl, Formgedächtniseffekte, Hochtemperaturfestigkeit) Grundprinzipien erarbeitet werden, die sich auf andere Fälle übertragen lassen. Wir bemühen uns darum, unseren Absolventen ein polyvalentes Skill-Paket an die Hand zu

This type of education is not necessarily imparted by lectures bearing appropriate titles alone. In fact, this has more to do with the personal environment of each member of our Institute, with the type of research projects undertaken, with the preparation for lectures and excursions, with the exchange of ideas with others and with discussions which take place in parallel to the daily routine.

Knowledge Expanding Exponentially: In our teaching, we attempt to master the exponentially increasing body of knowledge not by producing more and more lecture materials, but by applying a strategy of intelligent compression. This requires the fundamental principles of just a few examples to be mastered; the lessons learned can then be transferred to other cases. Such basic examples include for example the formation of pearlite, the hardening of steel and shape memory effects. We aim at providing our gradu-

geben, das der Interdisziplinarität unseres Faches Rechnung trägt.

ates with a polyvalent set of skills which reflects the interdisciplinary nature of our profession.



Bild 44: Mustafa Rahim und Frau Sangni Wu bei Ermüdungsversuchen an Stents.
Fig. 44: Mustafa Rahim and Sangni Wu performing stent fatigue experiments.

Wissenschaftliche Abschlussarbeiten unserer Studierenden: Ein zentrales Element unserer Ausbildung sind die wissenschaftlichen Arbeiten unserer Studierenden. Diese waren zu Beginn des Berichtszeitraums noch Projekt-, Studien- und Diplomarbeiten. Heute sind es Semester-, Bachelor- und Masterarbeiten. Sie spielen im Hinblick auf das Ausbildungsziel an wissenschaftlichen Hochschulen eine zentrale Rolle. Sie erfolgen in enger Anbindung an aktuelle Forschungsprojekte, die oft auch im Verbund mit Partnern aus dem In- und Ausland durchgeführt werden.

Our Students' Scientific Work: A key element of the training we provide is related to the research work carried out by our students. At the beginning of this reporting period this consisted of project work, students' research reports and diploma theses. Today, this work consists of semester projects, bachelor's and master's theses. These research projects which students work on play a central role in our education. The student projects are closely linked to larger scale research projects which often carried out in collaboration with partners both from all over Germany and abroad.

Ihre Vorbereitung, Durchführung und Begleitung durch Anleitung und Diskussion, ihre Einbindung in laufende Projekte, ihre Einordnung zwischen „Erfolgs-Chancen“ und „Risiko-Erfahrung“ sind wesentliche Faktoren zukunftsorientierter Ausbildung. Die Betreuung der Arbeit unserer Studierenden ist ein wichtiger Teil unseres Tagesgeschäfts. Bei uns können fortgeschrit-

The preparation of these research projects, implementation and monitoring by providing guidance and entering into discussion, their integration into ongoing projects, their classification between the poles of prospects of success and risk experience are essential elements of forward-looking teaching. Providing support for our students' work is an essential part of the daily routine at our Chair. Our

tene Studierende das Zusammen-wirken zwischen Versuchsplanung, Experiment, Datenerfassung, Auswertung, Interpretation und Modellierung am Beispiel erleben.

Die damit verbundenen Betreuungsaufgaben sind nicht immer problemlos und wegen der Natur unserer Aufgabenstellung nicht automatisierbar. Sie erfordern sehr viel Dialog der Erfahrenen mit den Unerfahrenen und verlangen eine gute organisatorische Vorbereitung. Es ist immer noch in hohem Maße das abschließende „Meisterstück“ der Bachelor- und Masterarbeit, welches die Kennzeichnung eines Studiengangs als wissenschaftliche Hochschulausbildung rechtfertigt. Dazu gehört auch, dass die Studierenden im Ausland Erfahrung sammeln können und ihre Ergebnisse sicher in englischer Sprache darstellen können. Das eigentliche Ziel unserer Ausbildung ist das Vermitteln der Fähigkeit zu selbständigen Problemlösungen und zu kreativem Denken.

advanced students are given the opportunity to experience at first hand the interaction between the stages of experimental design, the experiment itself, data acquisition, evaluation, interpretation and modelling.

The associated supervision is not always straightforward and cannot be automated due to the nature of the work involved. It requires a good deal of dialogue between learned members of staff and the students and also requires a high degree of organizational preparation. To a large extent, the final "masterpiece" of a bachelor's or master's thesis, is still very much what distinguishes a course of study as the badge of an education enjoyed at a research university. It is important that students are given the opportunity to gain experience beyond Germany's borders and are able to confidently present their results in English. The ultimate goal of our efforts is to endow our students with the ability to use their own initiative to solve problems independently and to make a habit of thinking creatively.



Bild 45: Nach der Dr.-Ing.-Prüfung von Shenja Dzaszyk (mit Profs. Pohl, Zülch und Eggeler).

Fig. 45: After the Dr.-Ing. exam of Shenja Dzaszyk (with Profs. Pohl, Zülch and Eggeler).

Sowohl der Bachelor- als auch der Masterabschluss gelten heute als berufsqualifizierend. Dabei versteht es sich von selbst, dass die Kenntnisse, die früher in einem fünfjährigen Diplomstudium erworben wurden, nur durch ein zweistufiges Bachelor/Master-Studium erarbeitet werden können. Eine drei- oder dreieinhalbjährige Bachelorausbildung kann diesen Qualifizierungsgrad, der unsere deutschen Diplomingeuerinnen und -ingenieure in der Welt bekannt gemacht hat und der für unsere Exportation unverzichtbar ist, nicht vermitteln.

Der Masterabschluss Werkstoff-Engineering eröffnet in der Industrie gute Möglichkeiten in verschiedensten Bereichen, etwa bei Werkstoffherstellern (z. B. ThyssenKrupp) oder bei Anlagenbauern und -betreibern (z. B. Siemens oder RWE). Man kann auch im Bereich der Medizintechnik tätig werden. Und es kommen auch der Automotivsektor, die Luft- und Raumfahrt und die Energietechnik als Betätigungsfelder in Frage. Es gibt eine Vielzahl von interessanten Arbeitsmöglichkeiten in kleinen und mittleren Unternehmen.

Promotion/Doktorarbeit: Viele unserer Studierenden gewinnen Spaß an der Forschung, viele wollen deshalb als Doktorandinnen und Doktoranden weitermachen. Man kann während einer ingenieurwissenschaftlichen Promotion seine Kenntnisse weiter vertiefen, man sammelt Erfahrungen im Management eines eigenen Forschungsprojekts und man sammelt insbesondere Erfahrung durch Teilnahme an wissenschaftlichen Seminaren und an internationalen Tagungen, an denen man seine Ergebnisse der internationalen Fachwelt vorstellt. Außerdem hat man die Gelegenheit, Lehre mitzugestalten, z. B. durch Vorlesungsbetreuung, durch Abhalten von Übungen und durch die Betreuung von Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten. Eine

Both the Bachelor and the Master's degrees are recognised today as professional qualifications. It goes without saying that the same set of skills that were once acquired in a five-year diploma course of studies can now only be developed in a two stage bachelor's / master's program. A three, or three and a half year Bachelor's course cannot provide the level of qualification which has made our German diploma engineers known throughout the world, an indispensable body of talent for us as a nation of exporters.

The Master's degree in Materials Engineering opens the door to excellent opportunities in various fields in industry. For example, materials manufacturers such as ThyssenKrupp and system engineering companies like Siemens and RWE are always on the lookout for candidates with materials knowledge. A career in the field of medical technology is yet another possibility. The automotive sector, the aerospace field, the energy sector... all of these are open to qualified, motivated young people. In addition, there is also a variety of interesting job opportunities to be found in small and medium enterprises.

PhD / Doctoral Work: However many of our students develop a taste for research, and a great number decide to continue their educations with us as doctoral students. An engineering doctorate gives the student the opportunity to further deepen his knowledge, to gain experience by managing his own research project and in particular, to gather experience through the participation in scientific seminars and international conferences, where he/she will present his/her findings to the international scientific community. Moreover, one has the opportunity to help shape the teaching process for instance by providing support to lectures, by conducting exercises, by monitoring project work of younger students working on their bachelors and masters theses. A

Promotion ist insbesondere dann hilfreich, wenn man an eine Position in Forschung und Entwicklung denkt oder wenn man eine Position im Bereich Lehre anstrebt (hier gibt es vielfältige Möglichkeiten, vom Berufsschullehrer über Mitarbeiter von Fortbildungsagenturen bis zu einer Professorentätigkeit an einer Universität). Auch in der Industrie lässt sich eine Promotion im Bereich Werkstoffe sehr gut darstellen. Es gibt niemanden, der eine Promotion an unserem Lehrstuhl bedauert hätte, auch wenn man dabei in der Regel über einige Jahre einen hohen Einsatz zeigen muss.

Leider können wir nicht alle guten Absolventen, die bei uns promovieren wollen, am Lehrstuhl halten. Unsere Absolventen mit Interesse an einer Promotion finden aber in solchen Fällen attraktive Ausweichmöglichkeiten. So konnten zum Beispiel im Berichtszeitraum Dipl.-Ing. Hajo Gugel am Nachbarlehrstuhl WT (Prof. Theisen) oder Dipl.-Ing. Christoph Haberland am Lehrstuhl für Produktionssysteme unserer Fakultät (Prof. Meier) weiterforschen. Man kann auch extern unterkommen, wie Dipl.-Ing. Shenja Dzaszyk im Werkstoff-Kompetenzzentrum von ThyssenKrupp oder Dipl.-Ing. Stefan Rezanka im Institut für Werkstoffe der Energietechnik des FZ Jülich.

Lehrangebot des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft: Unser Lehrstuhl ist in vielfältiger Weise in das materialwissenschaftliche Lehrangebot der Ruhr-Universität Bochum eingebunden. Unsere Vorlesungsangebote tauchen in unterschiedlichen Studienplänen auf. Wir beteiligen uns an verschiedenen Vertiefungsrichtungen des Maschinenbaus (MB). Wir arbeiten in den Studiengängen Umwelttechnik und Ressourcenmanagement (UTRM) und Sales Engineering und Product Management (SEPM) mit. Nicht selten wählen auch fortgeschrittene Studierende aus den Naturwissenschaften (Chemie, Physik und Geowissenschaften)

doctorate is particularly useful when considering a career in research and development, or if a position in academia or in another field of teaching is sought (there are a variety of opportunities here, ranging from vocational teaching, positions in staff training agencies up to professorships at universities). In industry too, a Ph.D. in materials science is certainly viewed as an enhancement to the curriculum vitae. No one has ever regretted having gained a doctorate at our Chair, even though in general this involves several years of hard work.

Unfortunately, we cannot keep all good graduates with us to work on a PhD thesis. These graduates are generally confronted with a wealth of opportunities. For example, during the reporting period Dipl.-Ing. Hajo Gugel transferred to the neighbouring Chair WT (Prof. Theisen) and Dipl.-Ing. Christoph Haberland, moved to the Chair of Production Systems (Prof. Meier), where they both continued research. Some move to external positions, like Dipl.-Ing. Shenja Dzaszyk who worked on a doctoral thesis at ThyssenKrupp or Dipl.-Ing. Stefan Rezanka who moved on to the Research Centre in Jülich.

Curriculum of the Chair of Materials Science and Engineering: *Our chair is linked in several ways to the over all materials science curriculum of the Ruhr-Universität Bochum. Our lectures feature in some of the most diverse courses programmes. We participate in various areas of specialization in Mechanical Engineering; we contribute to the Environmental and Resource Management programs (UTRM) and the Sales Engineering and Product Management programs (SEPM). More often than one might suppose, advanced students of the natural sciences (chemistry, physics and geosciences) also pick materials science as a subsidiary*

ten) Werkstoffwissenschaft als Nebenfach und hören einen Teil unserer Vorlesungen. Bei unseren Lehrangeboten handelt es sich zum Teil um Pflichtvorlesungen, zu einem anderen Teil sind es Wahlvorlesungen. Einige sind in Modulen mit anderen Vorlesungen zu Lern- und Prüfungseinheiten verknüpft. Einige unserer Vorlesungen werden wöchentlich in den Semestern abgehalten, andere werden als Blockveranstaltung angeboten.

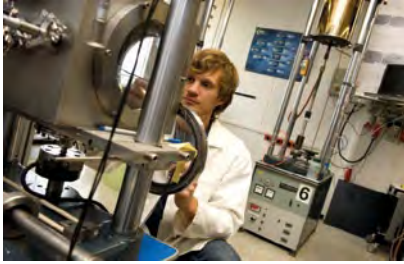
subject and attend a selection of our lectures. Our courses consist partly of mandatory lectures and partly of optional lectures. Some are linked to modules with other lectures to form teaching and examination units. Some of our lectures are held on a weekly basis throughout the semester, while others are offered as block courses in the free periods between summer and winter semesters.



Bild 46: Christoph Somsen in der Vorlesung Hochtemperaturwerkstoffe.
Fig. 46: Christoph Somsen teaching our class on high temperature materials.

Organisation der Lehre: Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft organisiert Dr. Christoph Somsen den Lehrbetrieb. Dabei müssen Vorlesungszeiten so abgestimmt werden, dass Überschneidungen möglichst vermieden werden, Räume reserviert werden und externe Lehrbeauftragte, für die unser Lehrstuhl zuständig ist, eingeplant werden. Die Umstellung vom alten Diplomstudiengang auf den neuen zweistufigen Bachelor/Master-Studiengang und die Einführung des neuen englischen Studiengangs Materials Science and Simulation hat im Berichtszeitraum einige Anstrengung gekostet und ist auch zum Ende des Berichtszeitraums noch nicht ganz abgeschlossen.

Organisation of Teaching Activities: Dr. Christoph Somsen organises the teaching activities at the Chair of Materials Science and Engineering. Lecture periods have to be adjusted so that overlaps are avoided whenever possible; rooms need to be reserved and external lecturers for whom our Chair is responsible, need to be scheduled. The transition from the old diploma course to the new two-tier bachelors / masters study program and the introduction of the new course Materials Science and Simulation taught in English was only achieved by the application of a considerable amount of effort and at the end of this reporting period is still not completely finished.



Philipp Nörtershäuser



Victoria Yardley und Jenna Heyer



Deniz Kurumlu



Frederik Otto



Timo Depka



Dennis Peter

Bild 47: Arbeiten mit Kriechmaschinen.
Fig. 47: Working with creep machines.

Ungeachtet ihrer Einbindung in verschiedene Studienpläne, listen wir jetzt die Vorlesungen auf, die von Mitgliedern des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft angeboten werden. Unsere Vorlesungen sind immer auch als Fortbildungsveranstaltungen für alle geeignet, die sich in

The lectures offered by members of our Chair for Materials Science and Engineering are listed below, without highlighting their linkages to the associated curricula. Regardless of their integration into the various courses of study, our lectures are valuable educational events

ein bestimmtes Thema einarbeiten möchten oder müssen.

Veranstaltungen im Sommer- und Wintersemester: Im Folgenden ordnen wir die Vorlesungen zwei Gruppen zu, mit Vorlesungen die im Wintersemester (WS) und solchen die im Sommersemester (SS) gehalten werden. Aus Kapazitätsgründen ist es uns nicht möglich, Lehrveranstaltungen zweimal pro Jahr anzubieten. In einigen Fällen können wir bereits hier den Tag und die Uhrzeit der Vorlesung angeben. Grundsätzlich werden die Zeit und der Veranstaltungsort (Seminarraum oder Hörsaal) jeder Vorlesung zwei Wochen vor Vorlesungsbeginn per Aushang und über Internet bekannt gegeben.

Externe Beiträge zur Lehre: In die folgende Auflistung nehmen wir auch die Lehrveranstaltungen derjenigen externen Kolleginnen und Kollegen auf, die im Rahmen ihrer Lehrveranstaltungen vom Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft betreut werden (Raumreservierung, Aushänge, Begleitung von Prüfungen). Dazu gehören die Lehrangebote von Frau PD Dr.-Ing. B. Skrotzki von der BAM Berlin, Prof. Dr. A. Dlouhy vom Institute of Physics of Materials in Brno (CZ), Dr. M. Rohrwerder und Prof. Dr. M. Stratmann vom MPIE (Düsseldorf), Frau Prof. Dr.-Ing. M. Bartsch vom DLR Köln, Herrn Prof. Dr. R. Vaßen vom FZ Jülich, Prof. Dr.-Ing. D. Raabe und Prof. Dr. G. Inden (im Rahmen des Curriculums des Werkstoffteils der IMPRS-SurMat) und Dr.-Ing. M. Mertmann von Memry GmbH.

Andere Lehrveranstaltungen: Es gibt auch Veranstaltungen des Instituts für Werkstoffe, die vom Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft mitgestaltet werden und die wir hier nicht auflisten. Dazu gehören verschiedene Praktika und Vortragsveranstaltungen.

suitable for anyone wishing to familiarize themselves with a particular topic, as well as for those who are obliged to do so.

Classes in the Summer and Winter Semesters: *Below, we have divided the lectures into two groups: those held in the winter semester (WS) and those which are held in the summer semester (SS). Due to a lack of capacity, it is not possible for us to offer courses twice a year. In some cases, we know the date and time of a lecture long beforehand. As a rule, however, the time and the venue (classroom or lecture hall) of every lecture is announced two weeks before the start of the lecture, by posting notices and via an announcement on the Internet.*

External Contributions to Teaching: *In the following list, we also include courses given by external colleagues to whom the Chair of Materials Science and Engineering provides support (room reservations, notices, assisting in examinations). These include the courses given by PD Dr.-Ing. B. Skrotzki from the BAM Berlin, Prof. Dr. A. Dlouhy from the Institute of Physics of Materials, Brno (CZ), Dr. M. Rohrwerder and Prof. Dr. M. Stratmann from the MPIE (Düsseldorf), Prof. Dr. - Ing M. Bartsch from the DLR in Cologne, Prof. Dr. R. Vaßen from the Research Centre in Jülich, Prof. Dr.-Ing. D. Raabe and Prof. Dr. G. Inden (contributing to the teaching for the curriculum of the engineering materials component of the IMPRS-SurMat) and Dr.-Ing. M. Mertmann of Memry GmbH.*

Other Courses: *There are courses offered by the Institute for Materials, which the Chair for Materials Science and Engineering helps organizing and carrying out. These include lab courses and lecture series.*



Bild 48: Andriy Khodorovskyy am Wärmebehandlungsöfen.
Fig. 48: Andriy Khodorovskyy charging a heat treatment furnace.

Vorlesungssprache: Vorlesungen, die in deutscher Sprache gehalten werden, sind mit einem D gekennzeichnet, englischsprachige Vorlesungen sind durch ein E nach dem Vorlesungstitel kenntlich gemacht. Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft ist in der Forschung stark international vernetzt. Deshalb, und weil es in einigen Studiengängen verlangt wird, halten wir einen Teil unserer Vorlesungen in englischer Sprache.

Vorlesungen, die im Wintersemester angeboten werden:

Werkstoffe I - Grundlagen Werkstoffe (D, G. Eggeler): Diese Vorlesung für Erstsemester führt in das Gebiet *Werkstoffe* ein und vermittelt einen ersten Eindruck von den Werkstoffklassen *Metalle, Glas/Keramik, Kunststoffe* und *Verbundwerkstoffe*. Es werden außerdem Stoffkreisläufe und das Vorgehen bei der Werkstoffauswahl besprochen. Nach dem erfolgreichen Besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage, die Vorgänge beim Erstarren von Schmelzen und bei der Wärmebehandlung von Werkstoffen zu verstehen. Diese Vorgänge bestimmen die Ausbildung des Werkstoffgefüges und legen damit die Werkstoffeigenschaften fest. Die Studie-

Lecture Languages: Lectures held in German are marked with a D (for Deutsch), English classes are identified by an E placed after the lecture title. The Chair for Materials Science and Engineering is very well connected within the international research community. For this reason and because in some courses we are required to do so, we hold a part of our lectures in English.

Classes which are held in the winter semester:

Materials I - Introduction to Engineering Materials (D, G. Eggeler): This series of lectures given during the first semester represents an introduction to the field of materials and imparts an initial impression of the material classes of metals, glass/ceramics, plastics and composite materials. In addition, materials cycles are discussed and procedures used in selecting materials are reviewed. After successfully completing this series of lectures, students are in a position to understand the processes involved when melts solidify after casting and materials are heat treated. These processes determine the formation of the structure of the material and thus define its properties. The

renden lernen, die Festigkeit von Werkstoffen zu beurteilen; behandelt werden elastisches und plastisches Materialverhalten, die Festigkeit gekerbter und rissbehafteter Bauteile (Bruchmechanik) sowie das mechanische Werkstoffverhalten unter Wechselbelastung (Werkstoffermüdung) und bei hoher Temperatur (Kriechen). Außerdem wird die Korrosion metallischer Werkstoffe besprochen und eine kurze Einführung in elektrische und magnetische Eigenschaften gegeben. Die Vorlesung findet im Wintersemester dienstags nachmittags von 14.00 bis 17.00 Uhr statt.

students learn how to evaluate the strength of materials; we examine the elastic and plastic mechanical behaviour of materials, the strength of notched and cracked components (fracture mechanics) as well as the mechanical behaviour of materials subjected to alternating loads (fatigue) and to loads at high temperatures (creep). In addition, the corrosion of metallic materials is discussed and a short introduction into the electric and magnetic properties of materials is given. The series of lectures is presented in the winter semester and takes place on Tuesday afternoons from 2.00 to 5.00 pm.



Bild 49: Janine Pfetzling-Micklich hilft während einer Übung.
Fig. 49: Janine Pfetzling-Micklich helping during an exercise.

Mikrostrukturen von Werkstoffen (E, V. Yardley, G. Eggeler): Diese Vorlesung wird in englischer Sprache gehalten und wendet sich an fortgeschrittene Studierende (Masterstudiengänge). Sie ist auch für Quereinsteiger geeignet. Sie vermittelt die Grundlagen, die man braucht, um Mikrostrukturen von Werkstoffen zu verstehen. Die Vorlesung ist auch gut geeignet, seine Englischkenntnisse um das Fachvokabular der Werkstoffwissenschaft zu erweitern. Begonnen wird mit dem Aufbau fester Stoffe,

Elements of Microstructure (E, V. Yardley, G. Eggeler): This series of lectures is given in English and addresses advanced students with an interest in materials science (master courses). We can especially recommend it to career changers coming from other backgrounds and taking an advanced course in materials science because it provides a focussed introduction to the basics of our field. It is also well suited for German materials students who wish to learn the essential English terminology of our field. The se-

dazu werden der amorphe und der kristalline Zustand besprochen. Es werden die Begriffe *Nanostruktur*, *Mikrostruktur* und *Makrostruktur* erläutert.

Es folgt die Besprechung wichtiger Beugungsmethoden und mikroskopischer Verfahren zur Untersuchung von Werkstoffen. Und dann folgt eine Behandlung der Gitterdefekte, die in der Wissenschaft von den Werkstoffen die Elemente der Mikrostruktur darstellen: Punktdefekte (Leerstellen und Fremdatome), Versetzungen, innere und äußere Grenzflächen und dreidimensionale Elemente der Mikrostruktur (Poren, Ausscheidungsteilchen, zugemischte Teilchen oder Fasern, Einschlüsse). Im Rahmen der Vorlesung werden wesentliche thermodynamische (Stabilität, Zustandsdiagramme) und kinetische Aspekte (Diffusion, Phasenumwandlungen, ZTU-Diagramme) behandelt. Die entscheidende Bedeutung von Mikrostrukturen für viele wichtige Werkstoffeigenschaften wird herausgearbeitet. Die Vorlesung findet montags von 15.00 bis 17.00 Uhr statt.

ries of lectures starts out with an explanation of amorphous and crystalline solid states. The concepts of nano, micro and macro structures of engineering materials are then introduced. Prominent diffraction methods and microscopic methods are then introduced.

There then is a strong focus on crystal defects, which in materials science and engineering represent the elements of microstructure. The series of lectures treats point defects (vacancies and impurity atoms), dislocations, internal and external interfaces and three-dimensional elements of microstructure (such as pores, precipitates, dispersoid particles, fibres and inclusions). Important thermodynamic (phase stabilities and phase diagrams) and kinetic aspects (diffusion, phase transformations, TTT-diagrams) are introduced. The key role of the microstructure of an engineering material in governing many of its important service properties is highlighted. The lectures are held on Mondays between 3.00 and 5.00 pm.



Bild 50: Umschläge der Neuauflagen der Hornbogen-Lehrbücher *Werkstoffe* (2008) und *Fragen und Antworten zu Werkstoffe* (2010).

Fig. 50: Cover graphics of the new editions of the Hornbogen textbooks on engineering materials (*Werkstoffe* 2008, ISBN: 978-3-450-71857-4) and associated book with exercises (*Fragen und Antworten zu Werkstoffe* 2010, ISBN: 978-3-642-01619-6).

Werkstoffwissenschaft I – Strukturbildungsprozesse (D, G. Eggeler): Behandelt werden der Aufbau der Werkstoffe, die Thermodynamik der Legierungsbildung sowie thermodynamische und kinetische Grundlagen von Reaktionen in und an festen Stoffen. Dabei werden einige Grundlagen aus Physik und Chemie kurz wiederholt. Es folgt eine Einführung in den kristallinen Aufbau fester Stoffe.

Über die ein- bis dreidimensionalen Gitterfehler wird der Begriff *Mikrostruktur von Werkstoffen* eingeführt. Nach einer kurzen Wiederholung der Grundlagen der chemischen Thermodynamik werden die Grundgedanken der Thermodynamik der Grenzflächen, der Legierungsbildung und der Punktdefekte behandelt. Dann wird die Diffusion in festen Stoffen besprochen. Es folgt ein erster Überblick über Phasenumwandlungen im festen Zustand und insbesondere das Erstarren von Schmelzen und die Ausscheidung aus übersättigten Mischkristallen. Die Vorlesung versetzt die Studierenden in die Lage, Reaktionen in und an festen Stoffen sowie an Gas/Festkörper- und Schmelze/Festkörper-Grenzflächen zu verstehen. Solche Reaktionen sind im Zusammenhang mit den Strukturbildungsprozessen bei der Herstellung von Werkstoffen und bei vielen grundlegenden werkstoffkundlichen Vorgängen wie bei der Wärmebehandlung, der Beschichtung, dem Aufkohlen, dem Sintern, dem Löten, der Hochtemperaturkorrosion usw. wichtig. Die Vorlesung findet montags von 13.00 bis 14.30 Uhr statt.

Werkstoffinformatik (D, K. Neuking): In dieser Vorlesung geht es um computerbezogene Themen, die für Werkstoffingenieurinnen und -ingenieure sowohl für die Forschung am Institut für Werkstoffe als auch für eine spätere berufliche Tätigkeit wichtig sind. Dazu gehört die Datenerfassung im Allgemeinen und dann insbesondere bei den werkstoff-

Materials Science I – Thermodynamics and Kinetics of Materials (D, G. Eggeler): *In this course, we deal with the microstructure of materials, the thermodynamics of alloy formation and the thermodynamic and kinetic aspects of reactions occurring in and at solids. We start by briefly recalling some fundamentals from physics and chemistry. We then discuss the basic features of crystalline solids.*

The microstructure of materials consists of elements, which physicists refer to as one, two and three dimensional lattice defects. After a short repetition of the principles of chemical thermodynamics, the concepts underlying the thermodynamics of interfaces, the formation of alloys and the thermodynamics of point defects are explained. Then, diffusion in solid materials is discussed. Subsequently, an initial overview of phase transformations in the solid state and in particular the solidification of melts and the precipitation from supersaturated solid solutions is given. These lectures enable the students to understand reactions in solids as well as at interfaces between gases and solids and between melts and solids. Such reactions are important for the understanding of processes which govern the formation of microstructure during material processing. They also play a role in a number of technological procedures like heat treatment of materials, coating, case-hardening, sintering, soldering, high temperature corrosion and so forth. The series of lectures is held on Mondays from 1.00 to 2.30 pm.

Computing for Materials Engineers (D, K. Neuking): *This series of lectures covers computer related topics which are of importance to materials engineers not only in the field of research at the Institute for Materials but also for their professional career. These topics include general data acquisition where the lectures concentrate on the standard tests*

kundlichen Standardversuchen (Zugversuch, Ermüdungsversuch, bruchmechanische Versuche, Bildanalyse von Mikrostrukturen,...). Es geht außerdem um die Organisation und um die numerische Behandlung dieser Daten. Ein letzter Teil der Vorlesung gibt einen kurzen Einblick in die werkstoffkundliche Modellierung. Hier wird gezeigt, wie man werkstoffkundliche Fragestellungen (Aufkohlen von Stahl, Richtungsabhängigkeit des E-Moduls im Kristall, Gleichgewicht zwischen Verfestigung und Erholung bei thermomechanischer Behandlung, ...) modellieren kann. Dabei stellt die Modellierung ein Bindeglied zwischen der werkstoffwissenschaftlichen Theorie und dem Verhalten im Experiment bzw. bei der werkstofftechnischen Anwendung dar. Die Modellierung gestattet auch, Parameterstudien durchzuführen, die Informationen liefern, welche experimentell nur schwer zu erfassen sind. Die Vorlesung findet donnerstags von 10.00 bis 13.00 Uhr statt.

conducted in the materials science field (tensile testing, fatigue, fracture mechanics, image analysis of microstructures etc.). Then the organisation and numerical treatment of digital data is covered. The last section of this series of lectures gives a brief glimpse into the world of modelling as practiced by materials scientists. The students learn how typical problems which materials scientists face can be modelled. These include the case-hardening of steel, the anisotropy of the modulus of elasticity in crystals, the balance between hardening and recovery during thermo-mechanical treatments to name but a few. It then becomes clear how modelling forms a link between the theory of materials science and behaviour observed during experimentation or in the course of application. Modelling also allows us to conduct parametric studies which provide information which would be very difficult to obtain experimentally. The series of lectures takes place on Thursdays from 10.00 am to 1.00 pm.

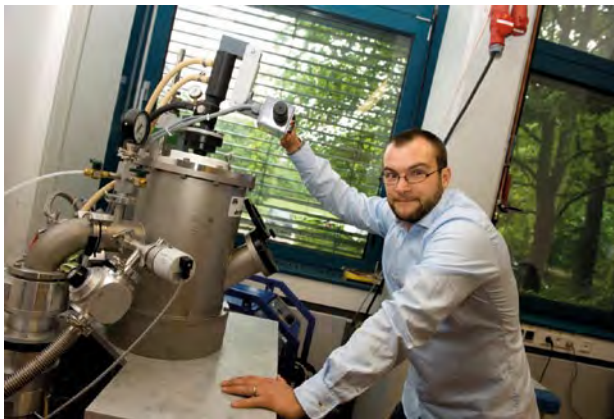


Bild 51: Burkhard Maaß am Knopffofen. **Fig. 51:** Burkhard Maaß using an arc melter.

Werkstoffrecycling – Wachstum, Ressourcen, Umwelt und Werkstoffrecycling (D, J. Frenzel): In unserer Welt kann materieller Wohlstand nur dadurch entstehen, dass wir technisch

Werkstoffrecycling – Wachstum, Ressourcen, Umwelt und Werkstoffrecycling (D, J. Frenzel): In the world in which we live, prosperity can only be assured if we are able to produce goods

ausgereifte, dem Menschen nützliche, ästhetisch ansprechende, energiesparende und darüber hinaus die Umwelt wenig belastende Güter zu konkurrenzfähigen Preisen herstellen. Kennzeichnend für moderne Technik ist auch ein möglichst geringer Werkstoffverbrauch pro technischem Nutzen bei zunehmender Komplexität. In technischen Systemen kommen die Kreisläufe verschiedener Werkstoffe für die Lebensdauer des jeweiligen technischen Systems zusammen. Hat ein System das Ende seiner technisch nutzbaren Lebensdauer erreicht, gibt es zwei mögliche Grenzfälle, die in dieser Vorlesung betrachtet werden. Im günstigsten Fall kann durch Recycling aus Abfall Sekundärrohstoff hergestellt werden. Dies kann durch Wiederverwendung von Werkstoffen aber auch durch stoffliche oder energetische Nutzung erfolgen. Die Nutzung von Sekundärrohstoffen schont natürliche Ressourcen und leistet einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung. Die ungünstigste Verfahrensweise besteht darin, z. B. durch Verbrennung eine Feinstverteilung der Atome eines gebrauchten Werkstoffs auf der Erdoberfläche, im Wasser oder in der Atmosphäre zu bewirken. Vor diesem Hintergrund werden in der Vorlesung *Werkstoff-Recycling* Stoffkreisläufe aus werkstoffwissenschaftlicher Sicht betrachtet und bewertet. Die Vorlesung findet am Donnerstag von 10.00 bis 13.00 Uhr statt. Begleitende Übungen finden über die Woche verteilt statt.

Analyse von Defekten im Durchstrahlungselektronenmikroskop (D&E, A. Dlouhy, C. Somsen): Diese Vorlesung wendet sich an fortgeschrittene Studierende, die die Grundlagen der Durchstrahlungselektronenmikroskopie beherrschen (Prüfungsnachweis erforderlich) und die diese Methode im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten einsetzen. Die Vorlesung wird in kleinen Gruppen hauptsächlich am Mikroskop durchgeführt. Sie vermittelt praktische Fähigkeiten im Umgang mit dem TEM-System,

which are of high technical standards, of use to mankind, aesthetically pleasing and energy efficient; furthermore, they need to be environmentally friendly and should be manufacturable at competitive prices. Modern technology is characterised by the consumption of a minimum of materials per technical benefit in a climate of increasing complexity. The cycles of various materials converge to make up a technical system and remain together during the life of that system. This series of lectures considers the two extremes with which the operator is confronted once a system reaches the end of its useful service life. In the best case scenario, secondary raw materials can be recycled from waste. This can be achieved by reusing materials as new ("secondary") materials or for energy production. The use of secondary raw materials conserves natural resources and is thus a contribution towards a sustainable development. The worst case scenario occurs when the atoms of a material are finely distributed over the surface of the earth, or throughout the oceans or into the atmosphere by a process such as incineration. With these considerations in mind, the series of lectures on recycling explore and evaluate material cycles from a materials science standpoint. The class takes place on Thursday from 10.00 am to 1.00 pm. A series of small group exercises spread over the week accompanies the series of lectures.

Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects (D&E, A. Dlouhy, C. Somsen): *This series of lectures addresses advanced students of materials science and engineering who are familiar with the basics of transmission electron microscopy (prove of proficiency required) and who rely on the TEM method in their research projects. The series of lectures consists of blocks which are limited to a maximum of four students. A significant part of the lecturing is performed directly at the TEM. The series of*

die nur durch regelmäßige Weiter-
nutzung (etwa zwei Sitzungen pro Woche)
aufrechterhalten werden können. Es geht
um die Beherrschung des Beugungs-
kontrasts. Zunächst wird noch einmal das
Zustandekommen von Beugungsbildern
und von Kikuchi-Linien-Maps erläutert.
Dann wird praktisch vermittelt, wie man
mit Hilfe von Kikuchi Linien Maps kri-
stalline Proben orientiert, wie man einen
Zweistrahlfall einstellt und wie man die
Parameter bestimmt, die Versetzungs-
strukturen kennzeichnen (Gleitebene,
Richtung des Linienelements, Burgers-
Vektoren). Es werden die Grundlagen
der Stereomikroskopie am TEM bespro-
chen. Außerdem wird die analytische
Durchstrahlungselektronenmikroskopie
(EDAX, Mikrobeugung und Z-Kontrast
besprochen). Die Vorlesung findet als
Blockveranstaltung sowohl im Winter-
als auch im Sommersemester statt. Prio-
rität bei der Vergabe der begrenzten An-
zahl von Plätzen haben diejenigen Stu-
dierenden des Instituts für Werkstoffe,
die die Durchstrahlungselektronenmikro-
skopie für ihre Master- oder Diplomar-
beiten brauchen.

**Werkstoffe der Energietechnik (D,
C. Somsen):** Die Versorgung der
Menschheit mit Energie ist eine der
Grundvoraussetzungen, die wir für die
Zukunft sicherstellen müssen. In dieser
Vorlesung geht es in diesem Zusammen-
hang um Werkstoffe für Anlagen, in de-
nen thermische Energie in mechanische
und dann in elektrische umgewandelt
wird. Solche Werkstoffe kommen in
Gas- und Dampfkraftwerken zum Ein-
satz, die mit fossilen Brennstoffen (Gas,
Öl und Kohle) befeuert werden. Sie müs-
sen bei hohen Temperaturen mechani-
schen Belastungen standhalten. Die
Hochtemperaturfestigkeit von Werkstof-
fen spielt nicht nur für Kraftwerke, son-
dern auch bei Flugtriebwerken und in
einer Reihe wichtiger Sonderanwendun-
gen (Müllverbrennung, Motorenbau,
Ofentechnik und andere) eine zentrale

*lectures provides the basic knowledge of
how to operate an advanced TEM, but the
proficiency can only be maintained by
users who work regularly with the in-
strument (two sessions per week). Pri-
mary objective of teaching is the master-
ing of the diffraction contrast. As a start,
the physical origin of diffraction patterns
and of Kikuchi line diffraction patterns in
crystalline TEM foils will be discussed.
Students learn how to orient crystalline
regions of TEM foils using the Kikuchi
maps. It will be established how a two
beam contrast is adjusted and how the
parameters which characterize disloca-
tions can be determined (glide plane, di-
rections of line elements, Burgers vec-
tors). The basics of TEM stereo micro-
scopy are introduced. Moreover, an in-
troduction into modern analytical trans-
mission electron microscopy is provided
(EDAX, micro diffraction and Z-contrast).
The training blocks are offered in the
winter and the summer semester. There is
only a limited number of places for par-
ticipants available. Priority is given to
those students and researchers of the In-
stitute for Materials who need the TEM
for their research work.*

**Materials for Energy Systems (D,
C. Somsen):** A secure supply of electrical
power is one of the basic requirements for
our future. With this in mind, the series of
lectures considers engineering materials
for power plants, where thermal energy is
first transformed into mechanical energy
and then into electrical energy. These
materials are used for critical compo-
nents in gas and steam turbines where
fossil fuel (gas, oil and coal) is fired.
These materials must withstand mechani-
cal loads at high temperatures. High tem-
perature strength not only plays a central
role for power plants. It is also a key
property for gas turbines for aero engines
and in a number of other engineering
applications like systems for waste com-
bustion, motor production, industrial fur-
naces and others. The series of lectures
introduces the specific aspects of high

Rolle. Die Vorlesung stellt zunächst die Schlüsselmerkmale des mechanischen Verhaltens bei hoher Temperatur (Kriechen und HT-Ermüdung) vor. Sie geht dabei auch auf die Hochtemperaturkorrosion ein. An zwei Fallbeispielen, den angelassenen martensitischen Chromstählen (für Temperaturen um die 600°C) und den einkristallinen Ni-Basis-Superlegierungen (für den 1000°C Temperaturbereich) wird herausgearbeitet, welche Rolle die Mikrostruktur spielt.

Insbesondere ist diese im Hochtemperatureinsatz nicht stabil, sondern strebt einem Gleichgewichtszustand zu, den man für komplexe Hochtemperaturwerkstoffe nur schwer vorausberechnen kann. Dabei ändern sich Phasenanteile, Größenverteilung von härtenden Ausscheidungen, Versetzungssubstrukturen, und es können Poren entstehen.

Die Vorlesung versetzt Studierende in die Lage, die Besonderheiten der Hochtemperaturverformung zu verstehen, und vermittelt sowohl praktische (Lebensdauer von Hochtemperaturkomponenten) als auch spezielle materialwissenschaftliche Kenntnisse (Strukturänderung im Hochtemperatureinsatz und deren Folgen). Zur Vorlesung gehören Besuche bei Kraftwerken, bei Anlagenbauern und bei Herstellern von Hochtemperaturwerkstoffen, die einen Einblick in die Praxis vermitteln.

Die Vorlesung findet im Wintersemester donnerstags von 13.00 bis 16.00 Uhr statt.

Vorlesungen, die im Sommersemester gehalten werden:

Werkstoffwissenschaft II – Mechanische Eigenschaften (D, G. Eggeler): Gegenstand der Vorlesung ist das mechanische Verhalten fester Stoffe, wobei die

temperature deformation (creep and high temperature fatigue). It also considers high temperature corrosion. Two prominent high temperature material systems are treated, tempered martensite ferritic steels (high temperature materials which operate in the 600°C range) and single crystal Ni-base super alloys (high temperature materials which operate in the 1000°C range). For both material classes, the important role of microstructure in high temperature strength will be highlighted.

It will be shown that microstructures are not stable during high temperature service, where they attempt to establish a thermodynamic equilibrium which is often difficult to predict for complex high temperature materials. Moreover microstructural parameters evolve during high temperature service. Thus the volume fractions of phases can change, particles can coarsen, dislocation substructures may alter and cavities can form.

The series of lectures provides practical skills (useful in high temperature design and life time assessments of critical components). It moreover provides a microstructural understanding of elementary processes which affect high temperature materials. As a part of the lecture series students have the possibility to visit power plants, engine manufacturers and producers of high temperature materials.

The class takes place in the winter semester on Thursdays from 1.00 pm to 4.00 pm.

Classes which are held in the summer semester:

Materials Science II - Mechanical Properties (D, G. Eggeler): This series of lectures is concerned with the mechanical behaviour of materials. Particular atten-

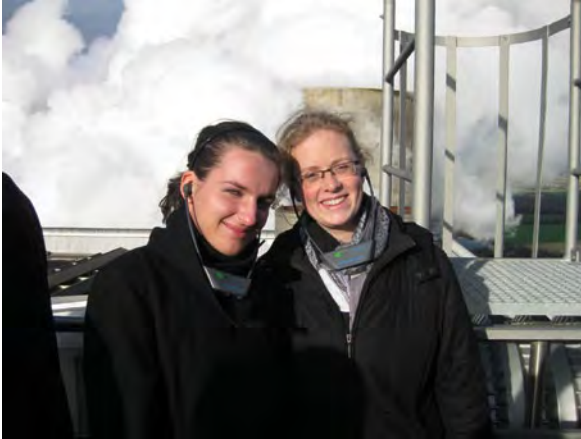


Bild 52: Zwei Studentinnen bei der Exkursion zur Vorlesung Werkstoffe der Energietechnik (Kraftwerk Niederaußern).

Fig. 52: Students during field trip related to the series of lectures high temperature materials (Powerplant Niederaußern).

physikalischen und mikrostrukturellen Gründe für bestimmte mechanische Eigenschaften im Vordergrund stehen. Behandelt werden zunächst das elastische und anelastische Werkstoffverhalten. Dann wird die Rolle des Gitterfehlers „Versetzung“ bei der Kristallplastizität besprochen. Behandelt werden in diesem Teil der Vorlesung die grundlegenden Versetzungsreaktionen bei niedrigen und hohen Temperaturen. Auf der Grundlage des Verständnisses von Versetzungen werden dann (i) Verfestigung, (ii) Erholung und Rekristallisation, (iii) Kriechen sowie (iv) verschiedene mikrostrukturelle Maßnahmen für die Festigkeitssteigerung behandelt. Es werden die Grundelemente der Bruchmechanik und der Materialermüdung besprochen. Auch hier wird dem Einfluss der Temperatur auf das mechanische Verhalten von Werkstoffen Rechnung getragen. Abschließend wird eine Einführung in die materialwissenschaftliche Beurteilung mehrachsiger Spannungszustände und in den Materialverschleiß gegeben. Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden ein mikrostrukturelles Verständnis von Verformungs- und Schädigungsvorgängen in und an Werkstoffen zu vermitteln. Die Vorlesung findet montags von 13.00 bis 14.30 Uhr statt.

tion is paid to the physical and microstructural basis for specific mechanical properties. Firstly, the elastic and inelastic behaviour of materials is discussed. Then the role of the one dimensional lattice defect dislocation in plasticity of metallic materials is considered. In this part of the series of lectures, fundamental dislocation reactions at both low and high temperatures are addressed. Building upon the foundation given by a sound understanding of dislocations, first hardening, then recovery and recrystallization, followed by creep and finally a number of microstructural measures to enhance strength are covered. Next, the basic elements of fracture mechanics and material fatigue are discussed. The effect of temperature on the mechanical behaviour of materials with cracks is then taken into account. Finally, an introduction is given to multi-axial states of stress and reference stress criteria are introduced and discussed from a materials science point of view. Finally the wear of materials is treated. The aim of this series of lectures is to impart the students with a microstructural understanding of deformation and damage processes in engineering materials. The classes are held on Mondays from 1.00 to 2.30 pm.

Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung (D, C. Somsen): Der Einsatz der Röntgenbeugung und der Rasterelektronenmikroskopie (REM) erlaubt, Mikrostrukturen von Werkstoffen quantitativ zu beschreiben. Mit Hilfe dieser beiden Methoden kann man (i) kristalline Substanzen identifizieren und Phasenanteile in mehrphasigen Werkstoffgefügen ermitteln, (ii) Texturen bestimmen und (iii) kleine Teilchen (z. B. Karbide) abbilden und chemisch analysieren. Mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie lassen sich auch Bruchflächen untersuchen, um Versagensursachen zu identifizieren. Grundlage für beide Verfahren ist die Beugung von Elektronen bzw. Röntgenstrahlung an Kristallen. Im REM-Teil der Vorlesung werden die Kontrastentstehung, die Indizierung von Elektronenbeugungsbilder und die chemische Analyse im REM (EDX) behandelt. Im Röntgenteil werden die wichtigsten werkstoffwissenschaftlichen Verfahren (Pulverdiffraktometrie, Laue-Verfahren, Eigenspannungsmessung und Texturanalyse) besprochen. Demonstrationen an einem modernen REM und an einem modernen Röntgengerät ergänzen die in der Vorlesung vermittelten theoretischen Grundlagen. Die Vorlesung findet im Sommersemester am Donnerstag von 13.00 bis 16.00 Uhr statt.

Fortgeschrittene Methoden der Raster- und Durchstrahlungselektronenmikroskopie (E, G. Eggeler, C. Somsen, V. Yardley): Es werden zunächst wichtige Aspekte des kristallinen und amorphen Aufbaus der festen Materie wiederholt. Es folgt ein Überblick über die Wechselwirkung von Elektronenstrahlen mit Materie, wobei Sekundärelektronen, rückgestreute Elektronen, elastisch und inelastisch gestreute Elektronen sowie die Entstehung charakteristischer Röntgenstrahlung, die für die chemische Analyse wichtig sind, besprochen werden. Es werden die physikalischen Ursachen von Bildkontrasten im Raster- und im Durchstrahlungselektronenmikro-

Electron Microscopy and X-Ray Diffraction (D, C. Somsen): *The use of X-ray diffraction and scanning electron microscopy (SEM) allows us to determine a number of important microstructural parameters. With the aid of these two key methods, we can (i) identify crystalline substances and the volume fractions of phases in multiphase materials, (ii) determine textures (e.g. textures associated with solidification processes and thermo-mechanical treatments and (iii) image, chemically analyse and crystallographically identify small particles (e.g. carbides). SEM also allows to study rupture surfaces to identify the origin of materials failures. The principle of both procedures relies on the interaction of particle waves with crystals. In the SEM section, the origin of contrast, the indexing of electron diffraction patterns and the chemical analysis in the SEM (EDX) is covered. In the section devoted to X-ray analysis, the most important techniques used in materials science are discussed. These include powder diffractometry, the Laue method, the measurement of internal stresses and texture measurements. Demonstrations using a modern SEM and a modern X-ray diffractometer complement the theory taught in the lectures. The classes are held on in the summer semester on Thursdays from 1.00 pm to 4.00 pm.*

Advanced Scanning and Transmission Electron Microscopy (E, G. Eggeler, C. Somsen, V. Yardley): *To start off with, the series of lectures reviews important aspects of the atomic configurations in amorphous and crystalline solids. It then considers the interaction of electrons with solids, discussing electron beams and highlighting the significance of secondary electrons, back-scattered electrons, elastically and inelastically scattered electrons and the origin of characteristic X-rays, which are used for chemical analysis in electron microscopy. The physical origin of image contrasts in the scanning and the transmission electron microscope are discussed. Special emphasis is placed*



Bild 53: Ramona Rynko am TEM.

Fig. 53: Ramona Rynko operating the TEM.

skop besprochen. Besonderes Gewicht wird auf die Entstehung von Kikuchi-Linien (KL) gelegt. Im Falle der Rasterelektronenmikroskopie wird in diesem Zusammenhang das EBSD/OIM-Verfahren besprochen (Electron Back Scatter Diffraction, Orientation Imaging). Im Falle der Durchstrahlungselektronenmikroskopie wird vermittelt, wie man KL-Muster als kristallographische Landkarten benutzt, um Kristalle zu orientieren und um definierte Zweistrahlfälle einzustellen. Vor diesem Hintergrund werden stereographische 3D-Methoden im TEM besprochen. Theoretische Konzepte werden durch praktische Beispiele aus laufenden Forschungsprojekten ergänzt. Die Vorlesung findet im Sommersemester freitags von 15.00 bis 18.00 Uhr statt.

Analyse von Defekten im Durchstrahlungselektronenmikroskop (D&E, A. Dlouhy, C. Somsen): Die Vorlesung findet als Blockveranstaltung sowohl im Sommer- als auch im Wintersemester

on the formation of Kikuchi line diffraction patterns. In scanning electron microscopy, Kikuchi lines are used for all orientation imaging techniques (OIM /EBSD) which allow us to determine the orientation of grains and to establish the presence of textures. In the case of transmission electron microscopy, Kikuchi line diffraction patterns are used as crystallographic maps which allow to orient single crystals. It will be explained how simple two beam diffraction contrasts can be obtained and a brief introduction into stereographic 3D methods in scanning and transmission electron microscopy will be given. All theoretical concepts will be accompanied by practical examples from research projects. The classes are held on Fridays from 3.00 to 6.00 pm.

Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects (D&E, A. Dlouhy, C. Somsen): The training blocks are offered in both, summer and winter semesters. Advanced students learn how to

statt. Fortgeschrittene Studierende erlernen den praktischen Umgang mit dem Durchstrahlungselektronenmikroskop. Ausführliche Beschreibung siehe weiter vorne.

Aufbau und strukturelle/funktionelle Eigenschaften von polymeren Werkstoffen und Formgedächtnislegierungen (E, K. Neuking, J. Frenzel): Das Vorlesungsmodul wendet sich an fortgeschrittene Studierende (Master-Studiengänge). Im Polymerteil werden zunächst Grundlagen wiederholt. Dann wird der makromolekulare Aufbau von Polymerwerkstoffen im Detail betrachtet, wobei auch wichtige Charakterisierungsmethoden wie die Durchlichtmikroskopie und die IR-Spektroskopie behandelt werden. Außerdem wird auf spezielle Verfahren zur Erfassung der mechanischen Eigenschaften von Polymeren eingegangen.

operate a modern transmission electron microscope. For a detailed description see above.

Morphology / microstructure and structural / functional properties of polymers and shape memory alloys (E, K. Neuking, M. Mertmann): The module addresses advanced students (master courses) and consists of two lecture series. In the lectures on engineering polymers, first the basics of polymer materials are repeated. Then emphasis is placed on the macromolecular morphology of solid polymers. Important characterization methods like transmitted light optical microscopy and IR-spectroscopy are discussed. Moreover special mechanical test procedures for assessing the mechanical properties are introduced.



Bild 54: Klaus Neuking unterrichtet Diffusion.
Fig. 54: Klaus Neuking teaching diffusion.

Schließlich geht es um das Messen und die Interpretation der besonderen mechanischen und funktionellen Eigenschaften von Polymeren, genannt seien hier die Begriffe viskoses Fließen, Dämpfung, Entropieelastizität und Formgedächtnis-Polymere. Außerdem werden polymere Werkstoffe besprochen, die besondere Eigenschaften aufweisen, wie z. B. die faserverstärkten Polymere oder Polymere für den Einsatz bei hohen Temperaturen. Im Formgedächtnisteil der Vorlesung werden zunächst Grundlagen aufgefrischt. Dann werden die metallphysikalischen und kristallographischen Grundlagen ausführlich behandelt. Dazu gehört insbesondere eine genaue Betrachtung wichtiger thermodynamischer und kinetischer Aspekte der martensitischen Umwandlung. Insbesondere werden aktuelle Themen der Formgedächtnisforschung behandelt, zu denen moderne Herstellungsmethoden, die funktionelle und strukturelle Ermüdung von Formgedächtnislegierungen sowie die Entwicklung neuer FG-Legierungen (mit niedrigen Hysteresen oder mit hohen Umwandlungstemperaturen) gehören. Die Vorlesung findet im Sommersemester mittwochs von 10.00 bis 12.00 Uhr statt.

Theoretische Analyse aktueller Werkstoffprobleme (E. G. Eggeler): Die Vorlesung wendet sich an fortgeschrittene Studierende (Master-Studiengänge) und greift beispielhaft aktuelle Werkstoffprobleme auf. Es wird gezeigt, wie man durch den Einsatz der Grundkonzepte der Werkstoffwissenschaft Fortschritte in aktuellen werkstofftechnischen Fragen erzielen kann. Fallbeispiele (wie z. B. die Bildung von Perlit bei der Wärmebehandlung von Stahl oder Beschichtungstechnologien für den Korrosionsschutz) werden zunächst mit Blick auf ihre technische und gesellschaftliche Bedeutung vorgestellt. Es werden die theoretischen Grundlagen in Erinnerung gerufen, die man für eine materialwissenschaftliche Analyse braucht. Schließlich wird gezeigt, wie man die experi-

An important teaching objective is the acquisition and interpretation of mechanical and functional properties (to name but a few: viscous flow, damping, entropy elasticity and the shape memory effect in polymers). Finally polymer materials with special properties are discussed like particle or fibre reinforced polymers and high temperature polymers. In the classes on shape memory alloys first basic principles are repeated to establish common ground. Subsequently, the physical and crystallographic fundamentals of the martensitic transformation are discussed in the light of the latest results from materials research. This involves taking a close look at thermodynamic and kinetic aspects of the martensitic transformations. Then advanced topics of shape memory alloy research are introduced and discussed. These involve modern processing technologies, the functional and structural fatigue of shape memory alloys and the development of new shape memory alloys (e.g. with low thermal hysteresis or with higher transformation temperatures). The classes are held in the summer semester on Wednesdays from 10.00 am to 12.00 noon.

Theoretical Analysis of Engineering Materials Challenges (E. G. Eggeler): *The series of lectures addresses advanced students (taking master courses) and tackles exemplary current materials problems. The main teaching objective is to show how the application of basic materials science concepts allows us to contribute to progress in materials technology. All examples (like for example the formation of pearlite during the heat treatment of steel or coating procedures to improve corrosion resistance) will first be introduced considering their technical importance and their impact for our society. The basic elements of understanding are reviewed, which are required for a state of the art analysis. Finally it will be shown how the elementary experimental and theoretical building blocks of modern*

mentellen und theoretischen Konzepte der Wissenschaft von den Werkstoffen anwendet, um zu Verbesserungen zu kommen (Prozessführung, Materialdesign, Konstruktion, Lebensdauer). Es werden von Jahr zu Jahr unterschiedliche Fallbeispiele besprochen. Von Interesse sind technische Prozesse, die durch werkstoffwissenschaftliche Elementarprozesse bestimmt werden. Dazu gehören Phasenumwandlungen und ihre Bedeutung für Strukturbildungsprozesse beim Gießen und bei der Wärmebehandlung, Sinterprozesse, Interdiffusionsprozesse, Reaktionen an Oberflächen und inneren Grenzflächen sowie Strukturbildungsprozesse, die mit der Verformung von Werkstoffen (Umformung, Kriechen, Ermüdung) einhergehen. Die Vorlesung findet am Dienstag von 13.00 – 16.00 Uhr statt.

Werkstoffe der Luft- und Raumfahrt (E, M. Bartsch): Die Vorlesung gibt einen umfassenden Einblick in die Hochleistungswerkstoffe für die Luft- und Raumfahrt. Neben bewährten Standardwerkstoffen und Werkstoffsystemen werden auch neueste Entwicklungen und visionäre Konzepte besprochen. Es wird gezeigt, wie man Werkstoffe und Werkstoffsysteme entwickelt, die leicht und verlässlich unter extremen Bedingungen funktionieren (z. B. in Flug- und Raketentriebwerken, Hitzeschildern und thermischen Schutzschichten, leichten Strukturen für Zellen, Flügel und Satelliten). Es wird gezeigt, dass Werkstoffschädigung in Betracht gezogen werden muss und wie Schädigung akkumuliert. Die Grundlagen wichtiger Charakterisierungs- und Testmethoden werden eingeführt und deren Anwendung für die Qualifikation von Werkstoffen und Werkstoffsystemen werden besprochen. Konzepte und Methoden für die Lebensdauerabschätzung von Komponenten für die Luft- und Raumfahrt (Gehäuse, Zellen und Triebwerke) werden vorgestellt. Die Vorlesung findet im Wintersemester freitags von 9.00 bis 12.00 Uhr statt.

materials science can be combined to work out concepts for improvements (processing routes, materials development, material selection and design, component life time assessment). Different examples will be discussed in subsequent years. These all have in common that they are governed by elementary processes. These involve phase transformations and their role during casting/solidification and during heat treatments, sinter processes, interdiffusion processes, reactions at surfaces and at internal interfaces and microstructural processes which are related to the deformation of materials (metal forming, creep and fatigue). The series of lectures is held on Tuesdays between 1.00 and 4.00 pm.

Materials for Aerospace Applications (E, M. Bartsch): *The series of lectures provides a comprehensive overview of high performance materials for aerospace applications. These include the classic materials and material systems as well as new developments and visionary concepts. The students learn how materials and material systems are designed to be 'light and reliable' under extreme service conditions such as fatigue loading, high temperatures, and harsh environments (e.g. for applications in aero-engines, rocket engines, thermal protection shields for reentry vehicles, light weight structures for airframes, wings, and satellites). The students learn that material degradation has to be taken into account and that damage accumulates. Important basics of characterization and testing methods are introduced and their use in qualifying materials and joints for aerospace applications is outlined. Moreover, concepts and methods for lifetime assessment of air- and spacecrafts (structures and engines) are presented. The classes are held in the winter semester on Fridays from 9.00 am to 12.00 noon.*

Werkstoffoberflächen und Korrosion (M. Rohwerder, M. Stratmann): Die Vorlesung behandelt die Korrosion der Metalle sowie damit verbundene oberflächentechnische Aspekte und Korrosionsschutzmaßnahmen. Die Vorlesung gibt einen Einblick in die Oberflächenwissenschaften und in die Elektrochemie. Es werden thermodynamische und kinetische Aspekte der Korrosion erläutert. Typische Korrosionsprobleme werden vorgestellt und mögliche Gegenmaßnahmen aufgezeigt. Abschließend wird auf oberflächen-technische Maßnahmen zum Korrosionsschutz eingegangen. Die Vorlesung findet im Sommersemester als Blockveranstaltung statt und wird rechtzeitig angekündigt.

Leichtmetalle (D, B. Skrotzki): Die Vorlesung „Leichtmetalle“ vermittelt Grundkenntnisse über die drei wichtigsten metallischen Leichtbauwerkstoffe, Aluminium, Magnesium und Titan. Die metallkundlichen Grundlagen dieser drei Metalle und ihrer Legierungen werden behandelt und die jeweiligen Möglichkeiten zur Festigkeitssteigerung betrachtet. Insbesondere wird die Ausscheidungshärtung besprochen, die vor allem für Aluminiumlegierungen aber auch für Magnesiumlegierungen von großer Bedeutung ist. Wichtige Merkmale dieser Werkstoffe, wie z. B. die mechanischen Eigenschaften und das Korrosionsverhalten werden behandelt. Das Fügen wird angesprochen und die dabei auftretenden Probleme diskutiert. Es folgt die Vorstellung wichtiger Legierungsvertreter mit Beispielen aus typischen Einsatzgebieten. Abschließend erfolgt eine kurze Darstellung der Werkstoffentwicklungen auf diesem Gebiet. Die Vorlesung findet im Sommersemester als Blockveranstaltung statt und wird rechtzeitig angekündigt.

Materials surfaces and corrosion (M. Rohwerder, M. Stratmann): The series of lectures introduces into the field of corrosion of metals and alloys, high-lighting protection methods and related surface technologies. A short introduction into surface science and electrochemistry is given. Fundamental thermodynamic and kinetic aspects of corrosion are discussed. Typical corrosion problems are presented and effective countermeasures are presented. An introduction into surface technologies for corrosion protection is given. The classes are held as a lecture block in the summer semester and will be announced in due time.

Light Metals (D, B. Skrotzki): The series of lectures entitled Light Metals imparts basic knowledge of the three most important metallic light materials: aluminium, magnesium and titanium. The metallurgical fundamentals of these three metals and their alloys are discussed and methods of enhancing their strength are considered. In particular the students' depth of understanding of precipitation hardening, which is of great importance primarily in aluminium alloys but also in magnesium alloys, is improved. Important characteristics of these materials are taught, for example mechanical properties and corrosion behaviour. Joining methods are briefly discussed, together with their associated challenges. Next, technologically important alloys are introduced and some typical industrial applications are presented. Finally, a brief portrayal of material developments in this field are given. The classes are held in the summer semester as a lecture block and will be announced in due time.



Jan Frenzel



Leonardo Agudo



Eric Payton



RVS Prasad, N. Lakshman, M. Bienek

Bild 55: Bilder vom Weihnachtskonzert, Dezember 2010.*Fig. 55:* Christmas concert December, 2010.

Modul T1 der Internationalen Max-Planck Research School on Surface and Interface Engineering of Advanced Materials (IMPRS SurMat):

Die IMPRS-SurMat bietet besonders begabten Studierenden mit Masterabschluss aus aller Welt die Möglichkeit, in einer hochklassigen wissenschaftlichen Umgebung mit Themen zu grenzflächen-dominierten Materialeigenschaften zu promovieren. (Informationen zur IMPRS-SurMat: <http://www.mpie.de/> -> Research School). Neben ihrer Forschungs-

Module T1 of the International Max Planck Research School on Surface and Interface Engineering of Advanced Materials (IMPRS SurMat):

IMPRS-SurMat offers particularly gifted students holding a master's degree from all over the world, the opportunity to obtain a doctorate in a first-class scientific environment on topics relating to surface-dominated material properties. (Information on IMPRS-SurMat: <http://www.mpie.de/> -> Research School). In addition to their research activities, the

tätigkeit müssen die Studierenden der IMPRS-SurMat vier Blockveranstaltungen mit anschließender Prüfung absolvieren. Prof. Dr. Martin Stratmann und Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler sind Sprecher der Internationalen Max Planck Research School SurMat. Dr. Christoph Somsen ist an der Ruhr-Universität Bochum (in Wechselwirkung mit den jeweiligen Betreuern der SurMat Doktorandinnen und Doktoranden) für die Belange der Studierenden von SurMat zuständig. Christoph Somsen organisiert auch (gemeinsam mit Frau Dr. Rebekka Loschen, der Geschäftsführerin der IMPRS SurMat und der Abteilung Microstructure Physics and Metal Forming von Prof. Dr.-Ing. D. Raabe), das Lehrmodul T1, einen von vier Lehrmodulen der IMPRS-SurMat. Alle Promotionsstudenten der IMPRS-SurMat müssen an der ersten Woche des Moduls T1 teilnehmen. Der zweite Teil des Moduls T1 (zweite Woche) kann von den Studierenden von SurMat wahlweise belegt werden. Das Lehrmodul T1 findet als zweiwöchige (zweiteilige) Blockveranstaltung statt. Es wird auch von Studierenden und Doktoranden des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft genutzt, um Kenntnisse neu zu erwerben bzw. aufzufrischen:

Erste Woche von IMPRS-SurMat (T1-1):

T1-1, Montag: Kristalle und Gläser, Punktdefekte und Diffusion (G. Eggeler)

T1-1, Dienstag: Versetzungen in Kristallen, Innere Grenzflächen (D. Raabe)

T1-1, Mittwoch: Zustandsdiagramme und Phasenumwandlungen (G. Inden)

T1-1, Donnerstag: Mikrostrukturen u. Herstellung von Bulkmaterialien u. dünnen Schichten (A. Ludwig u. J. Frenzel)

T1-1, Freitag: Mechanisches Testen von klassischen Ingenieurwerkstoffen und kleinskaligen Systemen (J. Pfitzing und K. Neuking)

IMPRS SurMat students are required to complete four block courses followed by an examination. Prof. Martin Stratmann and Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler are the spokesmen for the International Max Planck Research School SurMat. At the Ruhr-Universität Bochum, Dr. Christoph Somsen represents the interests of SurMat, working closely with the SurMat doctoral students' respective supervisors. Together with Dr. Rebekka Loschen, the Managing Director of IMPRS SurMat and Prof. Dr.-Ing. D. Raabe's Department of Microstructure Physics and Metal Forming, Christoph Somsen also organises the T1 teaching module, one of four teaching modules in the IMPRS-SurMat program. All doctoral students in the IMPRS-SurMat program are required to attend the first week of the T1 module. The second part of the T1 module, which takes place in the second week, is optional for the SurMat students. The T1 teaching module is designed as a two week, two piece block course. It is also attended by students and postgraduates from the Chair for Materials Science and Engineering who wish to refresh or expand their knowledge and to acquire new skills:

First week of IMPRS-SurMat (T1-1):

T1-1, Monday: Crystals and glasses, point defects and diffusion (G. Eggeler)

T1-1, Tuesday: Crystal dislocations and internal interfaces (D. Raabe)

T1-1, Wednesday: Phase diagrams and phase transformations (G. Inden)

T1-1, Thursday: Microstructures and processing of bulk and thin film materials (A. Ludwig and J. Frenzel)

T1-1, Friday: Mechanical testing of structural (bulk) materials and of small scale systems (J. Pfitzing and K. Neuking)

Zweite Woche von IMPRS-SurMat (T1-2):

T1-2, Montag: Grundlagen der Licht- und der Rasterelektronenmikroskopie (J. Frenzel)

T1-2, Dienstag: Mechanische Eigenschaften kleinskaliger Systeme (J. Pftzing)

T1-2, Mittwoch: TEM 1 – Wechselwirkung von Elektronen mit Festkörpern, Beugungsdiagramme (C. Somsen)

T1-2, Donnerstag: TEM 2 – Kikuchi-Linien-Karten, gb-Analyse u. Möglichkeiten d. analytischen TEM (C. Somsen)

T1-2, Freitag: Chemische Analyse von Werkstoffen mit hoher lateraler Auflösung, mit den Möglichkeiten der analytischen TEM und der Atomsonde (A. Kostka und P.-P. Choi)

Second week of IMPRS-SurMat (T1-2):

T1-2, Monday: Basics of optical and scanning electron microscopy (J. Frenzel)

T1-2, Tuesday: Mechanical properties of bulk materials and of small scale systems (J. Pftzing)

T1-2, Wednesday: TEM 1 – interaction of electrons with solids, diffraction patterns (C. Somsen)

T1-2, Thursday: TEM 2 - Kikuchi line diffraction patterns, gb-analysis, analytical TEM at a glance (C. Somsen)

T1-2, Friday: Chemical analysis of materials at high lateral resolutions (including analytical TEM and atom probe analysis (A. Kostka and P.-P. Choi)



Bild 56: Forschergruppe von Dr.-Ing. Janine Pftzing-Micklich (links).
Fig. 56: Research group of Dr.-Ing. Janine Pftzing-Micklich (left).

6. Akademische Abschlüsse

In diesem Abschnitt listen wir alle akademischen Abschlüsse auf, die am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft oder bei einem unserer direkten Forschungspartner erarbeitet wurden. Leider können wir hier nicht die Kurzfassungen aller Arbeiten mitliefern, weil dies den Umfang unseres Berichts sprengen würde.

Zu jeder Arbeit geben wir einen deutschen und einen englischen Titel an. Der Originaltitel der Arbeit erscheint kursiv gedruckt, der jeweils übersetzte Titel in normaler Schrift.

6. Academic Degrees

In this section we summarize all academic degrees which were obtained at the Chair for Materials Science and Engineering or at the premises of our direct research partners. We had to keep this report within a reasonable size and we therefore do not provide an abstract for each thesis.

In each case a German and an English title are given. The original title of each thesis is written in italic letters, the corresponding translated title appears in normal letters.

Habilitationen

Dr.-Ing. Oliver Kastner

Grundlegende molekulardynamische Studien zu Phasenumwandlungen in Formgedächtnislegierungen 2010

Principle molecular dynamics simulations study of lattice transformations in shape memory alloys



Bild 57 / Fig. 57:
Oliver Kastner,
September 2010

Dr.-Ing. Martin F.-X. Wagner

Mechanische Eigenschaften der Formgedächtnislegierung Nickel-Titan: Experimentelle und theoretische Untersuchungen auf mehreren Längenskalen 2009

Mechanical properties of the shape memory alloy NiTi: experimental and theoretical investigations on different length scales

Dr.-Ing. Guido Grundmeier (MPIE Düsseldorf)

Grenzflächenanalyse und Oberflächen-
engineering dünner funktioneller Filme
auf Metallen 2006 *Interface analysis and engineering of
thin functional films on metals*

Doktorarbeiten

Dr.-Ing. Degrees

Dr.-Ing. Karina Wallwaey

Werkstoffkundliche Untersuchungen zur 2011 *Producibility of the pipe steel grade X80*
Darstellbarkeit der Rohrstahlgüte X80 considering processing conditions asso-
auf einer konventionellen Warmband- ciated with a conventional hot rolling
straße processing route

Dr.-Ing. Tobias Simon

Mikrostrukturelle Untersuchungen zum 2011 *Microstructural investigations of the in-*
Einfluss der Versetzungsplastizität auf teraction between dislocation plasticity
die martensitischen Phasenum- and martensitic transformations in single
wandlungen in einkristallinen NiTi- crystal NiTi alloys
Formgedächtnislegierungen

Dr.-Ing. Berkem Özkaya (Erstbetreuer: Prof. Dr. Guido Grundmeier, Universität Paderborn)

Untersuchung zur Adsorption von Mo- 2011 *Molecular adsorption studies at hetero-*
lekülen an Oxid/Elektrolyt-Grenz- geneous oxide/electrolyte interfaces
flächen

Dr.-Ing. Senöz Ceylan (Erstbetreuer: Prof. Dr. Martin Stratmann, MPIE)

Hochauflösende Untersuchungen zu lo- 2011 *High resolution investigation of local-*
kalen Korrosionsvorgängen unter Ver- ized corrosion by in-situ scanning Kel-
wendung der Kelvin Sonden Raster- vin probe force microscopy (SKPFM)
kraftmikroskopie

Dr.-Ing. Tabrisur Rahman Khan (Erstbetreuer: Prof. Dr. Martin Stratmann, MPIE)

Schichten aus Nanokompositen: Paral- 2011 *Nanoncomposite coatings: codeposition*
lelabscheidung von SiO₂-Teilchen wäh- of SiO₂ particles during electro-
rend des Galvanisierens galvanizing

Dr.-Ing. Hauke Springer (Erstbetreuer: Prof. Dr.-Ing. D. Raabe, MPIE)

Zur Bildung intermetallischer Phasen beim stoffschlüssigen Verbinden von Aluminium mit Stahl 2011 *On the formation of intermetallic phases when joining aluminium to steel*

Dr.-Ing. Genesis Ngwah Ankah (Erstbetreuer: Prof. Dr. M. Stratmann, MPIE)

Untersuchungen zur selektiven Auflösung von Cu_3Au (111): in-situ und ex-situ Charakterisierung 2011 *Investigation of the selective dissolution of Cu_3Au (111): in-situ and ex-situ characterization*

Dr.-Ing. Frederik Otto

Zum Einfluss kleiner Mengen von Bi und Sb auf das Kriechverhalten und die Schädigungsentwicklung in Kupfer 2011 *On the influence of small amounts of Bi and Sb on the creep behaviour and the creep damage accumulation in Cu*

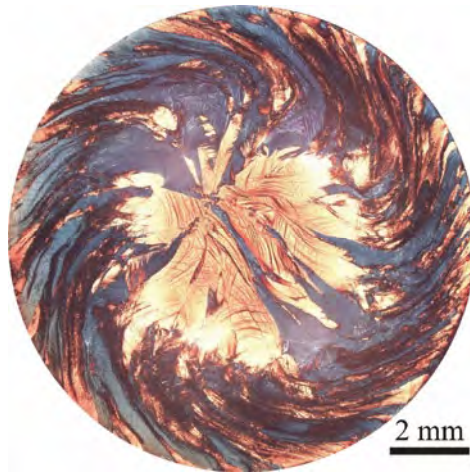


Bild 58: Spiralförmige Mikrostruktur in Kupfer nach dem Rundhämmern, Frederik Otto.
Fig. 58: Spiral microstructure after swaging of Cu rods, Frederik Otto.

Dr.-Ing. Christina Schmidt

Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zur Herstellung von FG-Polymeren und zur funktionellen Ermüdung bei zyklischer Abfrage des Einwegeffekts 2011 *Processing of shape memory polymers and functional fatigue associated with frequent programming/one way effect cycles*

Dr.-Ing. Markus Aicheler

- | | | |
|---|------|--|
| Oberflächenänderungen bei thermischen Zyklen von Kupfer und ihr Einfluss auf die Lebensdauer von Teilchenbeschleunigern | 2010 | <i>Surface phenomena associated with thermal cycling of copper and their impact on the service life of particle accelerator structures</i> |
|---|------|--|

Dr.-Ing. Shenja Dzaszyk

- | | | |
|---|------|--|
| <i>Gefügecharakterisierung von niedriglegierten Mehrphasenstählen mittels der Orientierungsmikroskopie und der Nanoindentierung</i> | 2010 | Characterization of the microstructure of low alloyed multi phase steels by means of orientation imaging scanning electron microscopy and nano indentation |
|---|------|--|

Dr.-Ing. Dennis Peter

- | | | |
|--|------|---|
| <i>Mechanische und mikrostrukturelle Untersuchungen zum ein- und zweiachsigen Kriechverhalten hoch-niobhaltiger γ-TiAl-Legierungen</i> | 2010 | Mechanical and microstructural investigations of tensile and shear creep deformation of γ -TiAl-alloys with high Nb contents |
|--|------|---|

Dr.-Ing. Juri Burow

- | | | |
|--|------|---|
| <i>Herstellung, Eigenschaften und Mikrostruktur von ultrafeinkörnigen NiTi-Formgedächtnislegierungen</i> | 2010 | Processing, properties and microstructure of ultra fine grained NiTi alloys |
|--|------|---|

Dr.-Ing. Deniz Kurumlu

- | | | |
|--|------|--|
| <i>Mechanische und mikrostrukturelle Untersuchungen an einer kurzfaserverstärkten Aluminiumlegierung nach dem Kriechen</i> | 2010 | Mechanical and microstructural study of a short fibre reinforced Aluminium alloy after creep |
|--|------|--|

*Dr.-Ing. Haybat Itani**(Erstbetreuer: Prof. Dr. Guido Grundmeier, Universität Paderborn)*

- | | | |
|--|------|--|
| Untersuchungen zur Struktur und zur Stabilität von Silber-Nanopartikeln in Schicht für Schicht abgeschiedenen Polyelektrolytfilmen | 2010 | <i>Analytical studies of structure and stability of silver nanoparticles in layer by layer deposited polyelectrolyte films</i> |
|--|------|--|



Bild 59: Juri Burow beim Drahtziehen, September 2010.

Fig. 59: Juri Burow wire drawing, September 2010.

Dr.-Ing. Ali Aghajani Bazazi

<p>Entwicklung der Mikrostruktur eines angelassenen martensitischen Stahls während des Langzeitkriechens</p>	2009	<p><i>Evolution of microstructure during long-term creep of a tempered martensite ferritic steel</i></p>
--	------	--

Dr.-Ing. Stephen-Peter Brookes (Erstbetreuerin: Prof. B. Skrotzki, BAM Berlin)

<p>Thermomechanische Ermüdung der Titanaluminidlegierung TNB-V5 bei ein- und mehrachsiger Belastung</p>	2009	<p><i>Thermo-mechanical fatigue behaviour of the near-γ-titanium aluminide alloy TNB-V5 under uniaxial and multiaxial loading conditions</i></p>
---	------	--

Dr.-Ing. Janine Pfetzing-Micklich

<p>Nanoindentation von NiTi-Formgedächtnislegierungen</p>	2009	<p>Nanoindentation of NiTi shape memory alloys</p>
---	------	--

Dr.-Ing. Matthias Frotscher

<p>Hochflexible Komponenten aus NiTi-Formgedächtnislegierungen für medizinische Anwendungen – Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zu Werkstoffgefügen und mechanischen Eigenschaften</p>	2009	<p>Highly flexible NiTi shape memory alloy components for medical applications – relations between microstructure and mechanical properties</p>
--	------	---



Bild 60: Auf der MSE 2008 in Nürnberg. Vorne: Andreas Schäfer, Timo Depka, Christina Schmidt und Stephen Brookes (BAM Berlin). Hinten : Dennis Peter, Tobias Simon und Deniz Kurumlu.

Fig. 60: Participants of MSE 2008 in Nürnberg. Front row: Andreas Schäfer, Timo Depka, Christina Schmidt und Stephen Brookes (BAM Berlin). Back row: Dennis Peter, Tobias Simon und Deniz Kurumlu.

Dr.-Ing. Guillermo C.M. Mondragon Rodriguez
(Erstbetreuerin: Dr. Bilge Saruhan-Brings, DLR Köln)

Entwicklung und Charakterisierung von
NO_x reduzierenden katalytischen
Schichtsystemen für magere Ver-
brennung

2009

*Development and characterization of
NO_x-reductive catalytic coating systems
for lean-burn engines*

Dr.-Ing. Juan Zuo (Erstbetreuer: Prof. Dr. Guido Grundmeier, MPIE Düsseldorf)

Strukturelle und funktionelle Eigen-
schaften von Ag Nanostrukturen auf
selbstorganisiert gewachsenen Mono-
lagen

2009

*Structural & functional properties of Ag
nanostructures immobilized on self-
assembled monolayers and embedded in
TiO₂*

Dr.-Ing. Tao Liu (Erstbetreuer: Prof. Dr.-Ing. D. Raabe, MPIE Düsseldorf)

Untersuchungen zur Texturbildung in
Diamantfilmen mit spezieller Berücksichtigung
von Eigenspannungen

2009

*High resolution investigation of texture
formation processes in diamond films
and the related micro-stresses*



Bild 61: Jürgen Olbricht an der MTS Mini-
bionix, August 2008.

Fig. 61: Jürgen Olbricht working at the MTS
Minibionix, August 2008.

Dr.-Ing. Keerthika Balasundaram (Erstbetreuer: Prof. Dr. D. Raabe, MPIE Düsseldorf)

Nanoindentation von viskoplastischen,
weichen Materialien

2009

*Mechanical characterization of soft
matter using nano-indentation*

Dr.-Ing. Jürgen Michael Olbricht

*Spannungsinduzierte Phasenumwandlungen
und funktionelle Ermüdung in
ultrafeinkörnigen NiTi-Formgedächtnis-
legierungen*

2008

*Stress induced martensitic transforma-
tions and functional fatigue in ultra fine
grained NiTi shape memory alloys*

Dr.-Ing. Andreas Kröger

*In-situ Untersuchungen zur thermisch-
und spannungsinduzierten Martensitbil-
dung in Formgedächtnislegierungen auf
Basis von NiTi*

2008

*In situ TEM investigation of the forma-
tion of thermal and stress induced mart-
ensite in NiTi shape memory alloys*

Dr.-Ing. Neelakantan Lakshman (Erstbetreuer: Prof. Dr. A. Hassel, MPIE Düsseldorf)

Oberflächentechnologie von NiTi *Surface engineering of NiTi shape me-*
Formgedächtnislegierungen 2008 *memory alloys*

Dr.-Ing. Susanne Gollerthan

Untersuchungen zum Bruchverhalten 2008 Fracture Mechanics of NiTi shape
von NiTi-Formgedächtnislegierungen memory alloys

Dr.-Ing. Xuemei Wang (Erstbetreuer: Prof. Dr. G. Grundmeier, MPIE Düsseldorf)

Herstellung und Charakterisierung dün- *Thin Functional Plasma Polymer and*
ner funktioneller Plasmapolymers- 2007 *Metal/Plasma Polymer Nanocomposite*
schichten und Metall/Plasma Polymer- *Films*
Verbundschichten

Dr.-Ing. Guoguang Sun (Erstbetreuer: Prof. Dr. G. Grundmeier, MPIE Düsseldorf)

Oberflächenverstärkte Ramanspektro- *Surface-enhanced Raman spectroscopy*
skopie zur Untersuchung von Ober- 2007 *investigation of surfaces and interfaces*
flächen und Grenzflächen von dünnen *in thin films on metals*
Filmen auf Metallen

Dr.-Ing. Anwar Abu-Zarifa

Herstellung und ingenieurwissenschaft- Processing and characterization of
liche Charakterisierung haftfester Ver- 2007 polymer/shape memory alloy compos-
bunde aus superelastischen NiTi-Form- *ites*
gedächtnislegierungen und Polyamid 6

Dr.-Ing. Stéphane Kemtchou

Optimierung der Grenzflächenhaftung Improvement of the adherence between
bei NiTi/Polymer-Verbunden durch Ein- 2007 NiTi shape memory alloys and polymers
satzfunktioneller Zwischenschichten by the use of functional organic layers

Dr.-Ing. Kwan-Gyu Tak

Zur Stabilität ultrafeinkörniger Mikro- On the stability of ultra fine grain mi-
strukturen bei der Hochtemperaturver- 2007 crostructures during high temperature
formung eines angelassenen martensiti- deformation of a 12% Chromium tem-
schen Chromstahls (X20 CrMoV 12 1) pered martensite ferritic steel (German
und einer binären Fe10Cr-Legierung grade: X20) and a binary Fe10Cr alloy



Bild 62: Xuemei Wang (Bildmitte) nach Bestehen der 1111-ten Promotionsprüfung an der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum am 15. November 2007.

Fig. 62: Xuemei Wang (middle of the photograph) after successfully passing the 1111th Dr.-Ing. Exam at the Faculty of Mechanical Engineering of the Ruhr-Universität Bochum.

Dr.-Ing. Bernd Koch (Erstbetreuerin: Prof. B. Skrotzki, BAM Berlin)

Zum Ermüdungsverhalten der metastabilen β -Titanlegierung Ti-6.8Mo-4.5Fe-1.5Al (Timetal LCB): mechanische und mikrostrukturelle Untersuchungen 2007

Fatigue behaviour of the the metastable β titanium alloy Ti-6.8Mo-4.5Fe-1.5Al (Timetal LCB): mechanical and microstructural aspects

Dr.-Ing. Mahamudul Hasan

Synchrotronuntersuchungen zur Entwicklung der Phasenanteile und der Textur bei der spannungsinduzierten Martensitbildung in pseudoelastischem NiTi 2007

In-situ martensite texture evolution and phase fractions of superelastic NiTi upon tensile loading using synchrotron hard x-ray diffraction

Dr.-Ing. Gotthard Mälzer

Mechanische und mikrostrukturelle Untersuchungen zum Kriechverhalten der einkristallinen Superlegierung LEK 94 bei Temperaturen um 1000°C unter Verwendung einer Minikriechprobe 2007

Using miniature creep specimens to characterize mechanical and microstructural aspects of creep of the single crystal super alloy LEK 94 in the 1000°C temperature range



Bild 63: Gotthard Mälzer und Kwan-Gyu Tak auf der Institutsweihnachtsfeier 2008.

Fig. 63: Gotthard Mälzer and Kwan-Gyu Tak at the Christmas Party 2008 of the Institute for Materials of the Ruhr-Universität Bochum.

Dr.-Ing. Thomas Lierfeld

Werkstoffwissenschaftliche und metallphysikalische Untersuchungen zum Einbau kleiner Keramikpartikel in dendritisch erstarrenden Metallen 2006

Engulfment of small ceramic particles into the solid phase during the dendritic solidification of metals

Diplomarbeiten

Dipl.-Ing. Degrees

Dipl.-Ing. Florian Benesch

Werkstoffwissenschaftliche Untersuchung des Schädigungsverhaltens einer Co-Re-basierten Legierung unter Kriechbeanspruchung bei 1100°C 2011

Investigation of microstructural stability and creep damage accumulation in a Co-Re-alloy exposed to creep loading at 1100°C

Dipl.-Ing. Giuseppe La Paglia

Anwendung der digitalen Bildkorrelation zur Untersuchung des mechanischen Verhaltens einer binären NiTi-Formgedächtnislegierung unter einachsiger Zugbelastung 2011

Application of the digital image correlation for the investigation of the mechanical behaviour of binary NiTi shape memory alloys subjected to uniaxial tensile loading

Dipl.-Ing. Hinrich Buck

Zum Einfluss von Kerben auf das Kriechverhalten von einkristallinen Superlegierungen 2011

On the influence of notches on the creep behaviour of single crystal super alloys

Dipl.-Ing. Jenna-Kathrin Heyer

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zur Anisotropie der minimalen Dehnrate in der einkristallinen Nickelbasis-Superlegierung LEK 94</i>	2010	On the crystallographic anisotropy of the secondary creep rate in the single crystal super alloy LEK 94
--	------	---

Dipl.-Ing. Mustafa Rahim

<i>Herstellung von pseudoelastischen NiTi-Formgedächtnislegierungen mit gezielt eingestellten Verunreinigungskonzentrationen</i>	2010	Processing of pseudoelastic NiTi shape memory alloys with different impurity levels
--	------	---

Dipl.-Ing. Stefanie Jaeger

<i>Experimentelle und theoretische Untersuchung zu Phasenumwandlungen in NiTi-Bleichen</i>	2010	Experimental investigations and modeling of phase transformations in NiTi-sheets
--	------	--



Bild 64: Tobias Simon arbeitet an der FIB, September 2010.

Fig. 64: Tobias Simon working at the FIB, September 2010.

Dipl.-Ing. Andriy Khodorovskyy

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum Einfluss quaternärer Legierungselemente (X) auf die funktionellen Eigenschaften von NiTiCu₅X-Formgedächtnislegierungen</i>	2010	On the influence of quaternary alloy elements (X) on the functional properties of NiTiCu ₅ X shape memory alloys
--	------	---

Dipl.-Ing. Christopher Rynio

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zur mikrostrukturellen Instabilität einer feinkörnigen γ-TiAl-Duplexlegierung im tertiären Kriechbereich</i>	2010	Evolution of microstructure in a fine grained TiAl alloy during tertiary creep
---	------	--

Dipl.-Ing. Safa Mogharebi

- Modellierung des Kriechens eines teil-
chengehärteten Modellwerkstoffs unter
Berücksichtigung von Versetzungs-
aktivität und Teilchenvergrößerung* 2010 A numeric study of creep in a model
system with dislocation plasticity and
precipitation strengthening

Dipl.-Ing. Marina Wewer

- Zyklische thermomechanische Untersu-
chungen zum funktionellen Verhalten
von Formgedächtnispolymeren* 2009 Cyclic thermomechanical investigations
of the functional properties of shape
memory polymers

Dipl.-Ing. Anja Hooge

- Untersuchungen zum thermomecha-
nischen funktionellen Verhalten von
Formgedächtnispolymeren bei zykli-
scher Abfrage des Einwegeffekts* 2008 Functional fatigue of shape memory
polymers subjected to programming/one
way effect cycles

Dipl.-Ing. Burkhard Maaß

- Werkstoffwissenschaftliche Untersu-
chungen zur Herstellung und zur funkti-
onellen Stabilität ternärer NiTi(X)-
Formgedächtnislegierungen* 2008 Processing and functional stability of
ternary NiTi(X) shape memory alloys

Dipl.-Ing. Philipp Nörtershäuser

- Werkstoffwissenschaftliche Untersu-
chung zum Recycling von Drehspänen
aus NiTiNb-Formgedächtnislegierungen* 2008 Recycling of turnings of NiTiNb shape
memory alloys: melting and homogeneity

Dipl.-Ing. Tobias Simon

- In-situ TEM-Untersuchungen zum Ein-
fluss von Versetzungsplastizität auf die
martensitische Phasenumwandlung im
System NiTi* 2008 An in-situ TEM study of the interaction
between dislocation plasticity and the
martensitic transformation in NiTi shape
memory alloys

Dipl.-Ing. Andreas Schäfer

- Werkstoffmechanische Untersuchungen
von Lokalisierungseffekten bei der span-
nungsinduzierten martensitischen Um-
wandlung in NiTi-Formgedächtnis-
legierungen* 2007 A micro mechanical analysis of strain
localization during the stress induced
formation of martensite in NiTi shape
memory alloys

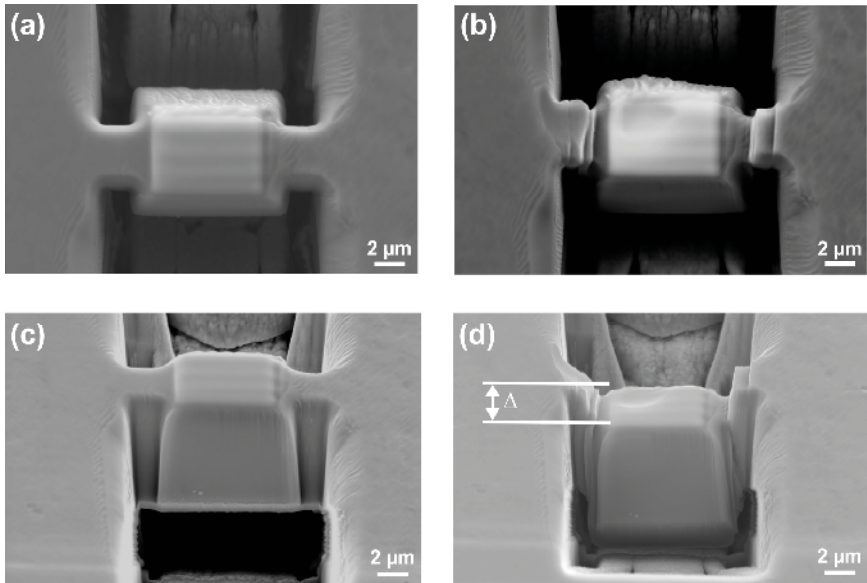


Bild 65: Mikroscherexperiment (Probe vor und nach Belastung mit Nanoindenter).
Janine Pfetzinger-Micklich et al. 2011.

Fig. 65: Micro shear experiment (specimen before and after loading in nano indenter).
Janine Pfetzinger-Micklich et al. 2011.

Dipl.-Ing. Juri Burow

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchung von NiTiCr-Drähten für Anwendungen in der Medizintechnik</i>	2007	Investigation of NiTiCr wires for medical applications
---	------	--

Dipl.-Ing. Timo Depka

<i>Vorbereitung eines Forschungsprojekts zum Kriechen von CoRe- und MoSiB-Legierungen bei Temperaturen bis 1100°C</i>	2007	Feasibility study for a research project on creep of CoRe- and MoSiB-alloys at temperatures around 1100°C
---	------	---

Dipl.-Ing. Deniz Kurumlu

<i>Herstellung und Charakterisierung von NiTiAg-Formgedächtnis-Dünnschichten</i>	2007	Processing and characterization of thin films of NiTiAg shape memory alloys
--	------	---

Dipl.-Ing. Christina Schmidt

Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zur Integrität von Polymer-Schutzschichten auf Stählen *Untersuchungen zur Integrität von Polymer-* 2007 Assessment of the integrity of protective polymer coatings on steels

Dipl.-Ing. Christian Großmann

Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum Aktivierungsverhalten unterschiedlich thermomechanisch behandelte NiTiCu-Federaktoren mit Hilfe eines optimierten Prüfstandes *Untersuchungen zum Aktivierungsverhalten unterschiedlich thermomechanisch behandelte NiTiCu-Federaktoren mit Hilfe eines optimierten Prüfstandes* 2007 Functional fatigue of NiTiCu spring actuators – metallurgical and engineering aspects

Dipl.-Ing. Markus Aicheler

Durchführung von Kriechversuchen in inerter Atmosphäre: Aufbau und Einfahren eines Schutzgassystems *Durchführung von Kriechversuchen in inerter Atmosphäre: Aufbau und Einfahren eines Schutzgassystems* 2007 Creep testing under protective atmospheres: design of an inert gas system

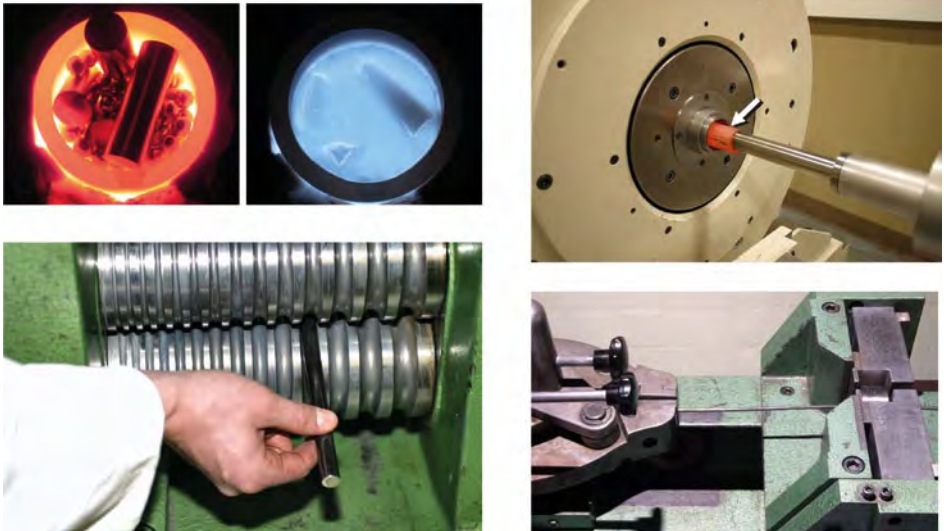


Bild 66: Herstellen von Formgedächtnis-Drähten. Schmelzen, Rundhämmern, Rundwalzen und Drahtziehen, J. Frenzel.

Fig. 66: Processing of shape memory alloy wires: melting, swaging, rolling and wire drawing, J. Frenzel.

Dipl.-Ing. Dennis Peter

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum ein- und zweiachsigen Kriechen einer TiAl-Legierung der dritten Generation</i>	2007	Uni- and biaxial creep deformation of a third generation TiAl-alloy
---	------	---

Dipl.-Min. Ursula Schulz

<i>Untersuchungen zur mikrostrukturellen Entwicklung beim Kriechen von FeCr-Legierungen mit Hilfe von EBSD-Messungen am Rasterlektronenmikroskop</i>	2007	Using orientation imaging scanning electron microscopy to study the evolution of the microstructure after creep of FeCr-alloys
--	------	--

Dipl.-Ing. Frederik Otto

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum Erschmelzen und zur thermomechanischen Behandlung von Cu-Bi- und Cu-Sb-Legierungen</i>	2007	Ingot processing of Cu-Bi- and Cu-Sb-alloys as model materials for the investigation of creep damage accumulation
---	------	---

Dipl.-Ing. David Herberg

<i>Werkstoffkundliche Untersuchungen zum Risswachstum in einer martensitischen Nickel-Titan Formgedächtnislegierung</i>	2006	Investigation of crack initiation and crack growth in a martensitic NiTi shape memory alloy
---	------	---

Dipl.-Ing. Matthias Frotscher

<i>Metallkundliche Untersuchungen zur schmelzmetallurgischen Herstellung von TiSi durch Induktionsschmelzen in Graphit-Tiegeln</i>	2006	VIM processing of TiSi alloys in graphite crucibles: assessment of alloy quality and creep properties
--	------	---

Dipl.-Ing. Janine Pfetzing

<i>Metallkundliche Untersuchungen zum Erschmelzen und zur thermomechanischen Behandlung von NiTiFe- und NiTiHf-Formgedächtnislegierungen</i>	2006	Physical metallurgy of vacuum induction melting of NiTiFe and NiTiHf shape memory alloys
--	------	--

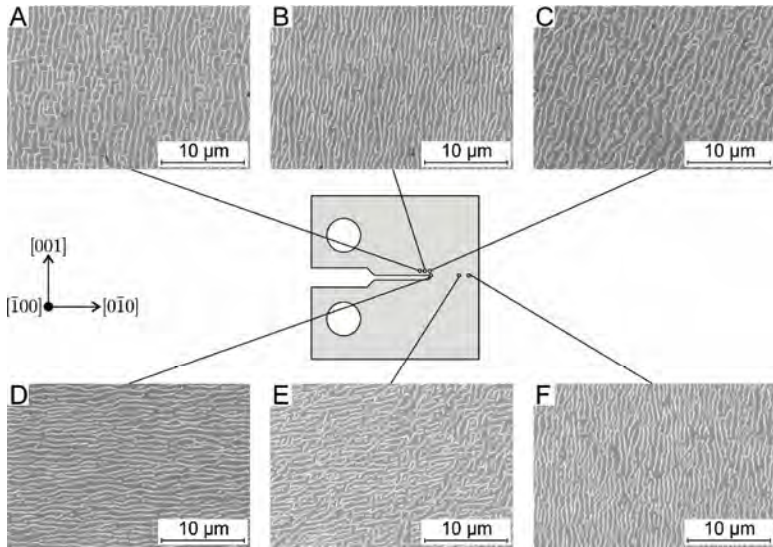


Bild 67: Rafting an verschiedenen Stellen einer CT-Probe (einkristalline Ni-Basis Superlegierung LEK 94, $T > 1000^{\circ}\text{C}$), Philip Wollgramm. **Fig. 67:** Rafting at different locations in a CT specimen (single crystal Ni-base super alloy LEK 94, $T > 1000^{\circ}\text{C}$), Philip Wollgramm.

Master-Arbeiten

Master Degrees

Master of Science Fabian Basner (extern: Texas A&M University, Prof. I. Karaman)

Thermomechanische Untersuchungen von Ni-reichen NiTiHf Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen	2011	Thermomechanical characterization of Ni-rich NiTiHf high temperature shape memory alloys
---	------	--

Master of Science Ramona Rynko

TEM-Untersuchungen zur Mikrostruktur in Co-Re-Hochtemperaturlegierungen	2011	TEM investigations of Co-Re high temperature alloys
---	------	---

Master of Science Pavel Tchahoff

Nanoindentation einer pseudoelastischen NiTi-Formgedächtnislegierung	2011	Nanoindentation of a pseudoelastic NiTi shape memory alloys
--	------	---

Master of Science Philip Wollgramm

<i>Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum Kriechrischwachstum in der einkristallinen Superlegierung LEK 94 bei Temperaturen um 1000°C</i>	2011	Investigation of creep crack growth in the Ni-base single crystal superalloy LEK 94 in the 1000°C temperature range
--	------	---

Bachelor-Arbeiten**Bachelor Degrees***Bachelor of Science Nikolai Wiczorek*

<i>Elektronenmikroskopische Untersuchung zur martensitischen Phasenumwandlung und zur Versetzungsplastizität bei der Nanoindentation einer NiTi-Formgedächtnislegierung</i>	2011	Microstructural analysis of the martensitic phase transformation and of dislocation processes occurring during nanoindentation of a NiTi shape memory alloy
---	------	---

Bachelor of Science Theresa Hülsmann

<i>Strukturbildungsprozesse bei der Druckauslagerung einkristalliner Ni-reicher NiTi-Formgedächtnislegierungen</i>	2011	Evolution of microstructure during compression aging of Ni-rich NiTi shape memory alloy single crystals
--	------	---

Bachelor of Science Alexander Lahni

<i>Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen zur Entwicklung der Grenzflächenversetzungen während des Kriechens der einkristallinen Superlegierungen LEK 94</i>	2011	Microstructural investigation of the evolution of interface dislocations during creep of the single crystal super alloy LEK 94
---	------	--

Bachelor of Science Philip Wollgramm

<i>Kriechrischwachstum in der einkristallinen Ni-Basis Superlegierung LEK 94 im Temperaturbereich um 1000°C</i>	2010	Creep crack growth in the Ni-base single crystal superalloy LEK 94 in the 1000°C temperature range
---	------	--

Bachelor of Science Pavel Tchachoff

<i>Mechanische Eigenschaften von in Luft und in Argon geglühten Zwischenschichten (Bond Coats) von Thermal Barrier Coatings (TBCs)</i>	2010	Mechanical properties of bond coats of thermal barrier coatings annealed in air and in argon atmosphere
--	------	---

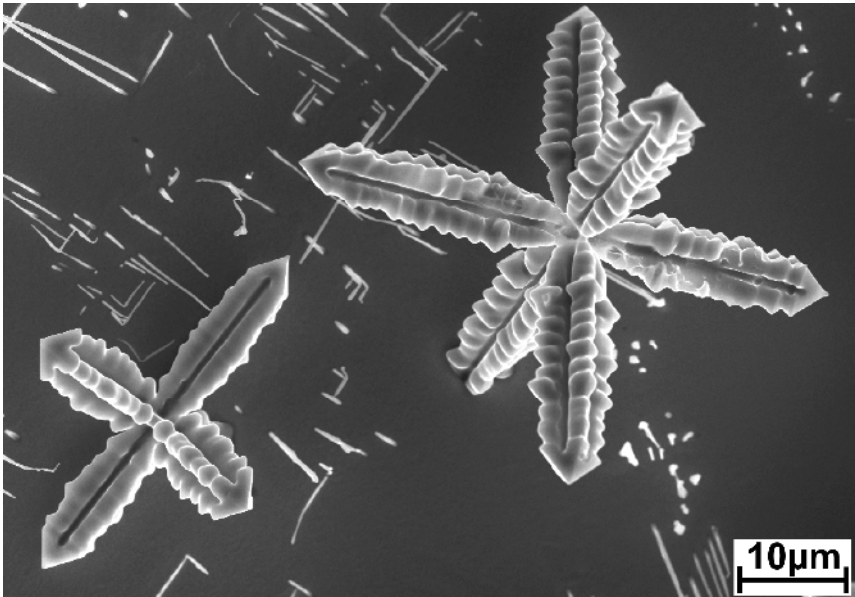


Bild 68: Titan-Karbid-Primärkristalle, die sich beim Erstarren einer C-haltigen NiTi-Schmelze bilden, Z. Zhang.

Fig. 68: Primary TiC-crystals which form during solidification of a C-rich NiTi melt, Z. Zhang.

7. Gäste

7. Guests

7.1 Gastwissenschaftler

7.1 Scientific Guests

Fachlicher Austausch mit Wissenschaftlern aus aller Welt ist ein wichtiger Bestandteil der Forschung im Fach *Werkstoffwissenschaft*. Im Berichtszeitraum hatten wir eine Reihe von Wissenschaftlern zu Gast, mit denen wir intensiv diskutiert haben und die uns geholfen haben, unsere Forschungsaktivitäten voranzutreiben. Viele von ihnen zählen inzwischen zu unseren Freunden und besuchen uns immer wieder. Wir wollen sie hier vorstellen und eine kurze Beschreibung ihrer Einbindung an unserem Lehrstuhl geben. Die Auflistung unserer Gäste erfolgt in alphabetischer Anordnung (nicht nach der zeitlichen Reihenfolge ihrer Aufenthalte). Wir listen hier nur diejenigen auf, die eine längere Zeit bei uns verbracht haben.

Technical exchanges with scientists from all over the world are an important component of research in materials science and engineering. Over the course of this reporting period we hosted a number of international scientists with whom we held intensive discussions and who helped us in the advancement of our research activities. Many of these have become friends and continue to visit. We want to use this section to give a brief introduction of each and discuss each of their contributions. The guest list is presented in alphabetical order (rather than in the chronological order of the individual visits):

Prof. Dr. Peter Anderson vom Materials Science Department der Ohio State University war vom 15. Juni bis zum 31. Juli 2009 am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum zu Gast. Hier arbeitete er an der Neuauflage des Buchklassikers *Theory of Dislocations*. Außerdem arbeitete er mit uns auf dem Gebiet der Wechselwirkung zwischen Versetzungsplastizität und martensitischer Umwandlung zusammen.

Prof. Dr. Peter Anderson from the Materials Science Department at The Ohio State University was our guest from 15th June to 31st July 2009. While with us, he worked on a new edition of the classic textbook, "Theory of Dislocations". He also collaborated with us on micro-mechanical aspects of the interaction between dislocation plasticity and martensitic transformations.

Prof. Dr. Carlos Caceres von der University of Queensland, Brisbane, Australien, ist Mitglied des International Scientific Committee der International Conference for Strength of Materials (ICSMA). Carlos Caceres kam vom 10. bis 23. Juni 2007 zu Besuch an unseren Lehrstuhl. Er interessiert sich an Gefüge-Eigenschaftsbeziehungen und beschäftigt sich insbesondere mit Magnesiumlegierungen, über die er einen Vortrag hielt.

Prof. Dr. Carlos Caceres from the University of Queensland, Brisbane, Australia, is a member of the International Scientific Committee of ICSMA. Carlos Caceres visited us from 10th to 23rd July 2007. He is interested in relations between microstructures of engineering materials and their properties and gave an overview presentation on processing and properties of Mg alloys.

Dr. Suhash Ranjan Dey war vom Juni 2009 bis zum August 2010 als Postdoc bei uns in Bochum. Suhash kam von der

Dr. Suhash Ranjan Dey worked in Bochum as a research associate from June 2009 until August 2010. Suhash Ranjan

Technischen Universität Dresden nach Bochum. In Dresden hatte er in der Gruppe von Professor Werner Skrotzki an mechanischen Eigenschaften von nanokristallinen Werkstoffen gearbeitet. In Bochum begann er, sich mit mechanischen Eigenschaften kleinskaliger Systeme zu beschäftigen. In enger Zusammenarbeit mit Janine Pftzing-Micklich vom Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft sowie Steffen Brinkmann von ICAMS arbeitete er an einer neuen Mikroscherteknik. Er stellte mit Hilfe fokussierter Ionenstrahlen Doppelscherproben her. Diese wurden anschließend in einem Nanoindenter verformt und mit Hilfe der Raster- und Durchstrahlungselektronenmikroskopie untersucht. Mit seiner Arbeit leistete Suhash einen wesentlichen Beitrag zu den Forschungsaktivitäten des Materials Research Departments (MRD), die die Herstellung und die Eigenschaften kleinskaliger Systeme betreffen. Außerdem arbeitete Suhash Dey mit Professor Alfred Ludwig auf dem Gebiet der kombinatorischen Materialforschung mit Dünnschichtsystemen zusammen. Suhash Ranjan Dey hat sich erfolgreich um eine Hochschulposition zuhause in Indien beworben. Wir können hier erfreut mitteilen, dass er seit September 2010 als Professor für Werkstoffwissenschaft am neu gegründeten IIT Hyderabad arbeitet. Wir wünschen ihm für seine neue Aufgabe alles Gute.

Dey joint our Materials Research Department (MRD) from his previous post with Professor Werner Skrotzki at the Technical University Dresden where he worked on mechanical properties of nano crystalline fcc metals. In Bochum he focused his attention to the mechanical properties of small scale systems. He closely collaborated with Janine Pftzing-Micklich from the Chair for Materials Science and Engineering and Steffen Brinckmann from ICAMS on a new micro shear test procedure. He prepared micro size double shear specimens using focused ion beam for structuring the shear specimen. Subsequently the shear specimen was loaded using a nano indenter. The deformed specimen was investigated using scanning and transmission electron microscopy. With his work Suhash Ranjan Dey made a substantial contribution to the small scale system efforts of the Materials Research Department. Suhash Dey was also involved in thin film combinatorial materials research where he interacted with the group of Professor Alfred Ludwig. Suhash successfully applied for a academic position back home in India and it is our great pleasure to report here that he started as an Assistant Professor for Materials Science and Engineering in the newly founded Indian Institute of Technology in Hyderabad in September 2010. We wish him all the best in this position.



Bild 69: Abschied von Suhash Ranjan Dey im Juli 2010.

Fig. 69: Suhash Ranjan Dey on his way back to India in July 2010.

Dr. Adriana Condo vom Centro Atómico de Bariloche, Argentinien, besuchte uns im Juli 2007 für vier Wochen. Mit ihr gemeinsam arbeiteten wir an den mikrostrukturellen Ursachen der funktionellen Ermüdung in ultrafeinkörnigen pseudoelastischen NiTi-Formgedächtnislegierungen. Adriana Condo führte hierzu bei uns TEM-Untersuchungen durch, die sie zurück in Argentinien fortsetzte.

Prof. Dr. Antonin Dlouhy vom Institute of Physics of Materials der Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik war im Berichtszeitraum viele Male Gast des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft. Als Lehrbeauftragter gab er Kurse für Fortgeschrittene in der Durchstrahlungselektronenmikroskopie von Werkstoffen. In der Forschung arbeitete er mit uns im Bereich der NiTi-Formgedächtnislegierungen und im Bereich der Titanaluminide zusammen. Im August 2010 wurde Antonin Dlouhy auf eine apl.-Professur für Durchstrahlungselektronenmikroskopie von Werkstoffen am Institut für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum berufen.

Professor Dr. James C. Earthman von der University of California, Irvine/USA war im September 2006 am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft zu Gast. Er hatte insbesondere an den Anwendungen der Formgedächtnislegierungen in der Medizintechnik Interesse und diskutierte mit den Mitgliedern des Sonderforschungsbereichs 459.

Prof. S. Karthikeyan vom Indian Institute of Science in Bangalore war vom 5. bis zum 21. Mai 2007 am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft zu Gast. Mit ihm arbeiteten wir auf dem Gebiet der Hochtemperaturverformung von TiAl zusammen.

Dr. Adriana Condo from the Centro Atómico de Bariloche in Argentina visited us for four weeks in July 2007. Together with her we tried to identify microstructural reasons for functional fatigue in ultra fine grained pseudoelastic NiTi shape memory alloys during mechanical cycling. For this purpose Adriana Condo performed investigations using transmission electron microscopy which she continued back in Argentina.

Prof. Dr. Antonín Dlouhy from the Institute of the Physics of Materials, a part of the Czech Republic's Academy of Sciences, was guest of our Chair for Materials Science and Engineering on many occasions during the reporting period. As a lecturer he taught advanced courses on the transmission electron microscopy of materials. On the research front, he worked with us in the field of NiTi shape memory alloys and on titanium aluminides. In August 2010, Antonin Dlouhy was appointed to the position of Adjunct Professor for TEM at the Institute for Materials of the Ruhr-Universität Bochum.

Professor Dr. James C. Earthman from the University of California in Irvine, USA was a guest at the Chair in September 2006. He has a particular interest in the applications of shape memory alloys in the medical field and took part in many discussions with members of the Collaborative Research Centre SFB459.

Prof. S. Karthikeyan from the Indian Institute of Science in Bangalore was a guest at the Chair for Materials Science and Engineering from 5th to 21st May 2007. We worked with him in the field of high temperature deformation of TiAl.

Elisa Janzen Kassab ist seit dem 7. April 2010 Mitarbeiterin des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft und promoviert im Rahmen eines binationalen Projekts zwischen Deutschland und Brasilien. Ihr Aufenthalt

Elisa Janzen Kassab joined the Chair for Materials Science and Engineering on 7th April 2010 as a member of staff and performs her doctorate within the framework of a bi-national project between Germany

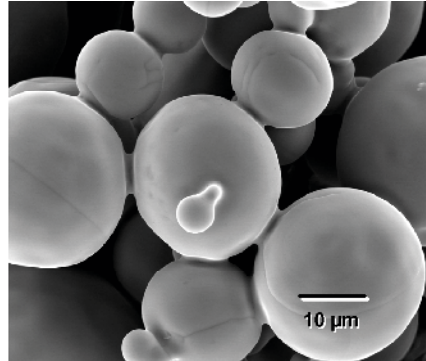
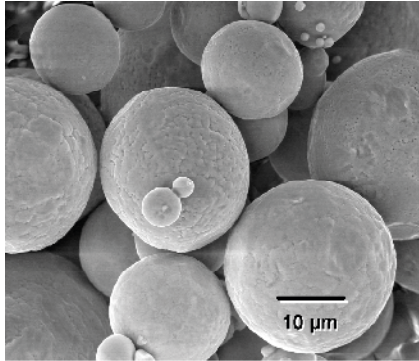


Bild 70: In-situ Sintern im neuen ESEM (Bronzeteilchen, J. Frenzel 2011).
Fig. 70: In-situ sintering in the new ESEM (brass particles, J. Frenzel 2011).

an der Ruhr-Universität Bochum wird vom Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) im Rahmen des Projekts „Fatigue Corrosion Behaviour of Nickel Titanium Stents and Alloys in Simulated Body Fluid Environments“ gefördert. Das Projekt wird in Bochum und Rio de Janeiro (Laufzeit: Dezember 2009 – März 2012) durchgeführt. In der Forschungsgruppe *Biomaterialien/Medizinische Werkstoffe* untersucht sie das Korrosionsverhalten von ternären (NiTiCu, NiTiFe, NiTiHf, NiTiPd) und quaternären (NiTiCuCo, NiTiCuCr, NiTiCuFe, NiTiCuV) NiTi-Formgedächtnislegierungen sowie von ermüdeten lasergeschnittenen und geflochtenen NiTi-Stents. Elisa Janzen Kassab hat an der Federal University of Rio de Janeiro am Institut für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik studiert und sich bereits in ihrer Abschlussarbeit (M.Sc.) mit den Korrosionseigenschaften von NiTi-Legierungen beschäftigt. Vor ihrer Ankunft in Bochum absolvierte sie einen 4-monatigen Deutsch-Sprachkurs am Herder-Institut der Universität Leipzig.

and Brazil. Her stay at the Ruhr-Universität Bochum was funded by the German Academic Exchange Service (DAAD) in the context of the project "Fatigue Corrosion Behaviour of Nickel Titanium Stents and Alloys in Simulated Body Fluid Environments". This project is being conducted in Bochum and in Rio de Janeiro; it commenced in December 2009 and will run until March 2012. In the Biomaterials/Medical Materials research group, she is investigating the corrosion behaviour of ternary (NiTiCu, NiTiFe, NiTiHf, NiTiPd) and quaternary (NiTiCuCo, NiTiCuCr, NiTiCuFe, NiTiCuV) NiTi shape memory alloys, and of fatigued laser cut and braided NiTi stents. Elisa Janzen Kassab studied at the Federal University of Rio de Janeiro at the Institute for Materials Science and Engineering and had already dealt with the corrosion properties of NiTi alloys in her Master Thesis. Prior to her arrival in Bochum, she completed a four-month German-language course at the Herder Institute at the University of Leipzig.



Bild 71: Mike Mills (Mitte) am Adelbodener Werkstoffseminar 2010.
Fig. 71: Mike Mills (middle) at the Materials Seminar in Adelboden 2010.

Prof. Dr. Michael J. Mills vom Department of Materials Science and Engineering der Ohio State University war im März/April 2010 einige Wochen am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum. Wir arbeiten seit vielen Jahren mit Michael Mills auf dem Gebiet der einkristallinen Superlegierungen und zu NiTi-Formgedächtnislegierungen zusammen. In die Zeit seines Deutschlandaufenthalts fiel auch das Adelbodener Werkstoffseminar, an dem Michael Mills diesmal teilnahm. Dort hielt er einen Vortrag zur Einsatz der hochauflösenden analytischen Durchstrahlungselektronenmikroskopie zur Untersuchung von Ausscheidungen in modernen Aluminiumlegierungen.

Dr. Boris Pavlov Monchev von der Bulgarischen Akademie der Wissenschaft in Sofia arbeitete vom 2. November 2009 bis zum 31. August 2010 in der Forschungsgruppe *Biomaterialien / Medizinische*

In March and April of 2010, Prof. Dr. Michael J. Mills from the Department of Materials Science and Engineering at the Ohio State University spent a few weeks at the Chair for Materials Science and Engineering, Ruhr-Universität Bochum. We have been working with Michael Mills for many years now in the field of single crystal super alloys and NiTi shape memory alloys. During his time in Germany, the Adelboden Materials Seminar was staged and Michael took the opportunity to participate. There he held a lecture on the use of high-resolution analytical transmission electron microscopy for the study of precipitates in modern aluminium alloys.

Dr. Boris Pavlov Monchev of the Bulgarian Academy of Sciences in Sofia joined Matthias Frotscher's Biomaterials / Medical Materials research group from 2nd November 2009 to 31st August 2010 at the

Werkstoffe bei Matthias Frotscher am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft. Er kommt von einem Institut für Elektrochemie und Energiequellen, wo er sich mit Festkörperelektrolyten befasst. Das Ziel seines Aufenthaltes an der Ruhr-Universität Bochum war, zu einem besseren Verständnis des Korrosionsverhaltens von NiTi-Legierungen beizutragen. Dabei wurde insbesondere die Korrosion in physiologischen Lösungen untersucht, weil es um biomedizinische Anwendungen ging. In seiner Zeit am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft war Boris Monchev am Aufbau eines neuen elektrochemischen Prüfstandes beteiligt. Anfang 2010 konnte Boris Monchev erste elektrochemische Messungen an binären NiTi- und ternären NiTiCr-Drähten durchführen. Später untersuchte er den Einfluss von Sekundärphasen (TiC und $Ti_4Ni_2O_x$) auf die Korrosionseigenschaften von NiTi.

Lakshman Neelakantan war Student von SurMat, der International Max Planck Research School, die die Ruhr-Universität Bochum gemeinsam mit den Max-Planck-Instituten für Eisen- (MPIE) und Kohlenforschung (MPIK) in Düsseldorf und Mülheim an der Ruhr organisiert. Er arbeitete als Doktorand in der Forschungsgruppe von Prof. A. Hassel am MPIE. Bereits während seiner Promotion am MPIE arbeitete er eng mit unserem Lehrstuhl auf dem Gebiet der NiTi-Legierungen zusammen. Während seiner Postdoc-Zeit am MPIE unterstützte er den Aufbau eines elektrochemischen Messplatzes am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft. Seit dem 1. April 2010 war Dr. Neelakantan als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft in der Forschungsgruppe *Biomaterialien/Medizinische Werkstoffe* tätig. Der wissenschaftliche Schwerpunkt seiner Arbeit lag auf dem Korrosionsverhalten von NiTi-Formgedächtnislegierungen mit einem speziellen Fokus auf der Kombination von elektrochemischen und mechanischen Untersuchungen. Im Anschluss an seine Postdoc-Zeit bei WW ging

Chair for Materials Science and Engineering. He hails from an Institute of Electrochemistry and Energy Sources, where he worked on solid-state electrolytes. The objective of his stay at the Ruhr-Universität Bochum was to contribute to a better understanding of the corrosion behaviour of NiTi alloys. In particular, corrosion in physiological solutions was studied, because biomedical applications were of prime interest. During his time at the Chair for Materials Science and Engineering, Boris Monchev participated in the construction of a new electrochemical test rig. At the beginning of 2010, Boris Monchev conducted his first electrochemical measurements on binary NiTi and ternary NiTiCr wires. He later examined the influence of secondary phases (TiC and $Ti_4Ni_2O_x$) on the corrosion properties of NiTi.

Lakshman Neelakantan was a student at SurMat, the International Max Planck Research School, which is organised by the Ruhr-Universität Bochum in cooperation with the Max-Planck-Institutes for Iron Research (MPIE) and Coal Research (MPIK) in Düsseldorf and Mülheim/Ruhr. He worked as a graduate student in the research group overseen by Prof. A. Hassel at the MPIE. He collaborated closely with our Chair in the days when he was completing his PhD at the MPIE, in the field of NiTi alloys. During his post-doc time at the MPIE, he supported the development of an electrochemical measuring station at our Chair for Materials Science and Engineering. Dr Neelakantan has worked as a research assistant at the Chair for Materials Science and Engineering, in the Biomaterials / Medical Materials research group since 1 April 2010. The focus of his scientific work was on the corrosion behaviour of NiTi shape memory alloys with a special interest in the interactions of electrochemical and mechanical elementary processes. Following his time as a postdoc in our group, Lakshman Neelakantan joined IIT

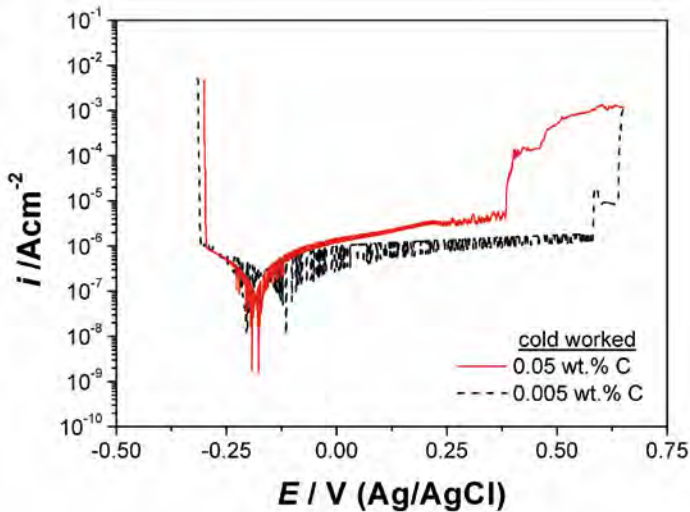


Bild 72: Höheres Durchbruchpotential von NiTi bei niedrigeren Kohlenstoffgehalten (wässrige Lsg. mit 0,9 % NaCl bei 37°C, potentiodynamische elektrochemische Messung), L. Neelakantan.

Fig. 72: Higher break through potential for higher C-content of NiTi-alloys (distilled water with 0,9 % NaCl at 37°C, linear polarization curves), L. Neelakantan.

Lakshman Neelakantan ab Januar 2012 als Assistant Professor an das IIT Madras. Nach Muthuswamy Kamaraj ist er der zweite indische Wissenschaftler, der nach einer Postdocphase an unserem Lehrstuhl ans IIT Madras geht.

Dr. Eric Payton (August 2009 - August 2011): Dr. Payton kam als Postdoc nach Abschluss seiner Promotion in der Gruppe von Prof. Mike Mills von der Ohio State University nach Bochum. Er trug während seiner Zeit in Bochum zu vielen verschiedenen Projekten bei. Dazu zählen Zusammenarbeiten mit Dr.-Ing. Shenja Dzaszyk (EBSD-basierte Charakterisierung von niedrig legierten Stahl Mikrostrukturen), mit Dr. Ali Aghajani (EBSD-basierte Rekonstruktion von Kornstrukturen in angelassenen martensitischen Cr-Stählen), Dipl.-Ing. Philipp Nörtershäuser (EBSD-basierte Charakterisierung von SX Ni-Basis-Superlegierungen), Dr.-Ing. Frederik Otto (Charakterisierung von Kriechen und von Prof. Victoria Yardley

Madras as an assistant professor in January 2012. After Muthuswamy Kamaraj he is the second Indian scientist, who joined IIT Madras after as postdoc period in our group in Bochum.

Dr. Eric Payton (August 2009 – August 2011): *Dr. Payton joined us as a post-doctoral researcher after completing his Ph.D. under Prof. Mike Mills in the Department of Materials Science and Engineering at The Ohio State University. He contributed to many projects during his time in Bochum, including collaborations with Dr.-Ing. Shenja Dzaszyk (EBSD-based characterization of low-alloy steel microstructures), Dr.-Ing. Ali Aghajani (EBSD-based reconstruction of tempered ferrite martensitic steel microstructures), Dipl.-Ing Philipp Nörtershäuser (EBSD-based characterization of rafting in SX Ni-based superalloys), Dr.-Ing. Frederik Otto (characterization of creep and cavitation on grain boundaries), Prof. Victo-*

(EBSD-basierte Messung der Orientierungsbeziehungen in Martensit). Er verließ uns im September 2011 und arbeitet an der BAM in Berlin.

Dr. Jorge Pelegrina vom Centro Atomico de Bariloche/Argentinien war von Anfang Februar bis Ende März 2008 in Bochum. Gemeinsam mit Jürgen Olbricht beschäftigte er sich mit der spannungsinduzierten Bildung der R-Phase in NiTi. Dabei setzte er insbesondere die Widerstandsmessung und die Thermografie ein. In die Forschungsarbeiten waren Alejandro Yawny und Antonin Dlouhy eingebunden. Die Veröffentlichung wurde im Februar 2010 in Bariloche fertiggestellt und erschien in *Met. Mat. Trans. A*.

ria Yardley (EBSD-based measurement of orientation relationships in martensites). He left us in September 2011 and will be working at the Federal Institute for Materials Research and Testing (BAM) in Berlin.

Dr. Jorge Pelegrina from Centro Atomico de Bariloche/Argentinien was in Bochum from early February to late March 2008. Together with Jürgen Olbricht, he dealt with the stress-induced formation of the R phase in NiTi. His methodology placed emphasis upon the measurement of resistance and the use of thermal imaging. Alejandro Yawny and Antonin Dlouhy were also involved in the research work. The publication was completed in February 2010 in Bariloche and has meanwhile appeared in *Met. Mat. Trans. A*.



Bild 73: Jürgen Olbricht (2.v.r.) und Jorge Pelegrina (2.v.l) mit den Koautoren ihrer Arbeit zur spannungsinduzierten Bildung der R-Phase, Patagonien, Februar 2010.

Fig. 73: Jürgen Olbricht (2nd from the right) and Jorge Pelegrina (2nd from the left) with co-authors of their work on the stress induced formation of the R-phase, Patagonia, February 2010.

Privatdozent Dr. Josef Pesicka von der Charles University in Prag war im Berichtszeitraum regelmäßiger Gast am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft. Bei seinen Aufenthalten beteiligt er sich in der Forschung an den Arbeiten zu angelassenen martensitischen Chromstählen. Im Rahmen der Zusammenarbeit mit ihm entstand eine Veröffentlichung zur Entwicklung der Versetzungsdichte in einem 12% Cr-Stahl bei langzeitiger Kriechbeanspruchung.

Dr. Egor Prokofyev von der Ufa State Aviation Technical University, Russland war vom 3. Juli bis zum 29. Oktober 2008 in Bochum. Er beschäftigte sich an unserem Lehrstuhl mit der martensitischen Umwandlung in NiTi-Legierungen mit ultrafeinkörnigen Mikrostrukturen. Auf diesem Gebiet arbeitete er mit Juri Burow und Jan Frenzel zusammen. Dabei wurde auch die Keimbildung neuer Körner bei der Wärmebehandlung amorpher NiTi-Zustände, die in Ufa durch HPT (high pressure torsion) erzeugt wurden, im Durchstrahlungselektronenmikroskop untersucht.

Lecturer Dr. Josef Pesicka from the Charles University in Prague was a regular guest at the Chair for Materials Science and Engineering in the reporting period. During his various visits, he was involved in the research work being carried out on tempered martensitic chromium steels. In the course of working with him, a publication was produced on the development of dislocation density in a 12% Cr steel subjected to long-term creep.

Dr. Egor Prokofyev from the Ufa State Aviation Technical University in Russia visited us from 3rd July until 29th October 2008. Together with Juri Burow and Jan Frenzel he worked on martensitic transformations in ultra fine grained NiTi shape memory alloys. From his laboratory in Russia (head: Prof. Ruslan Valiev) he brought amorphous metallic NiTi states, which were produced by a HPT procedure (high pressure torsion). Egor Prokofyev used the TEM to study the nucleation and growth of new grains in an amorphous matrix of NiTi during annealing.

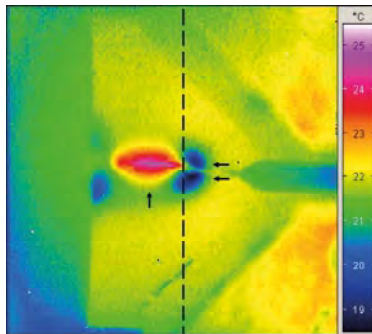


Bild 74: Thermografische Aufnahme einer CT-Probe aus pseudoelastischem NiTi. Riss läuft von rechts nach links durch die CT-Probe. Rote Zone vor der Risssspitze (an der gestrichelten Linie) zeigt die Bildung von spannungsinduziertem Martensit an (schwarzer Pfeil der nach oben zeigt). Blaue Zonen hinter der Risssspitze zeigen Gebiete an, in denen die Rückumwandlung nach Entlastung erfolgt, S. Gollerthan.

Fig. 74: Thermographic image of a NiTi CT specimen. A crack propagates from the right to the left. Red zone in front of crack tip (at the dashed line) indicates the formation of stress induced martensite (arrow pointing up). Blue zones behind crack tip (two horizontal arrows pointing to the left) represent regions where back transformation from martensite to austenite has occurred, S. Gollerthan.

Prof. Dr. Upadrasta Ramamurty vom Indian Institute of Science in Bangalore besuchte vom 9. bis zum 23. Juni 2007 unseren Lehrstuhl und arbeitete mit Susanne Gollerthan auf dem Gebiet der Rissausbreitung in pseudoelastischen NiTi-Legierungen zusammen. Er lieferte entscheidende Beiträge beim Einsatz der Thermografie zum Nachweis der Bildung von spannungsinduziertem Martensit an Rissen. Außerdem arbeitete er mit Martin Wagner auf dem Gebiet der Ermüdung von NiTi-Drähten zusammen.

Prof. Dr. Upadastra Ramamurty from the Indian Institute of Science in Bangalore, India, visited our group from 9th to 23rd June 2007. He was interested in our work on fracture mechanics in pseudoelastic NiTi shape memory alloys and collaborated with Susanne Gollerthan in this area. He contributed to the thermography activities concerning the forward and reverse martensitic transformations which accompany crack growth in pseudoelastic NiTi shape memory alloys. Moreover, he interacted with Martin Wagner on fatigue of NiTi wires.

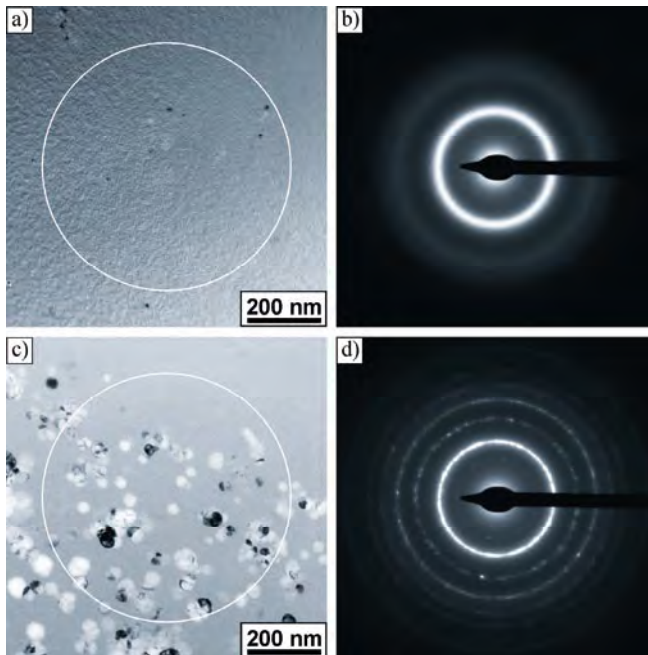


Bild 75: Keimbildung neuer Körner in amorphen HPT-Strukturen (in-situ TEM Heizversuche). (a) Amorpher Zustand nach HPT und (b) zugehöriges Beugungsbild. (c) Bildung neuer Körner nach kurzem Anlassen und (d) Entstehen von "spotty rings", J. Burow.

Fig. 75: Nucleation of new grains in amorphous HPT-structures (in-situ heating in TEM). (a) Amorphous state after HPT and (b) corresponding electron diffraction pattern. (c) Formation of new grains after tempering and (d) corresponding spotty rings, J. Burow.

Dr. Jiancun Rao war von 16.05.2007 bis 31.10.2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter bei uns. Ursprünglich kommt er vom Harbin Institute of Technology in China. Vor seiner Tätigkeit in Bochum hat er einige Zeit am Department für Elektronenmikroskopie in Antwerpen/Belgien verbracht. In Bochum untersuchte Jiancun Rao Mikrostrukturen, die beim Reibbrühschweißen von Leichtmetallen entstehen. Hier arbeitete er an einem Virtuellen Institut mit, das von der Helmholtz-Gemeinschaft eingerichtet wurde. Der Titel des Projektes lautete *VI-IPSUS (Virtual Institute – Improving Performance and Productivity of Intergral Structures through fundamental Understanding of Metallurgical Reactions in Metallic Joints)*. Dr. Jiancun Rao unterstützte Christoph Somsen bei allen Arbeiten, die in der TEM-Gruppe des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft anfielen. Insbesondere half er auch externen Usern bei Arbeiten am TEM. Nach seiner Zeit in Bochum wechselte Dr. Rao an die Universität Groningen in Holland.

Dr. Jiancun Rao worked in our group from 15 May 2007 to 31. October 2010. He originally comes from the Harbin Institute of Technology in China where he specialized in transmission electron microscopy. He spent some time at the Department for Electron Microscopy at the University of Antwerp, before joining our group. Dr. Rao worked on the characterization of microstructures after friction stir welding of light metals. In this area he participated in a Virtual Institute which was funded by the German Helmholtz-Association. The short title of project was VI-IPSUS, short for „Virtual Institute – Improving Performance and Productivity of Intergral Structures through fundamental Understanding of Metallurgical Reactions in Metallic Joints“. Dr. Rao moreover worked on the characterization of ternary NiTiPt-alloys, potential candidates for high temperature applications. He also helped external users with our TEM facilities. After his time in Bochum he took up a position at the University of Groningen in the Netherlands.

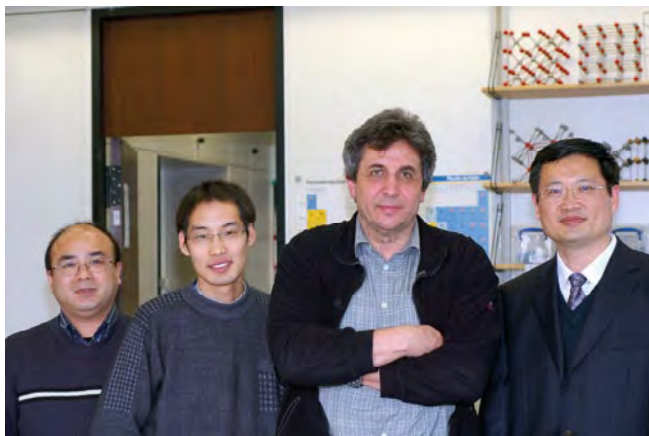


Bild 76: Drei Werkstoffwissenschaftler aus China zu Gast am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft (Frühjahr 2008). Von links nach rechts: Jiancun Rao, Hongxing Zheng and Guangming Zhu.

Fig. 76: Three Chinese material scientists in our group in spring 2008. From left to right: Jiancun Rao, Hongxing Zheng and Guangming Zhu.

Prof. Dr. Vedamanickam Sampath vom IIT Madras, Chennai, Indien, verbrachte ein Forschungsfreisemester am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum. Er war von Mai bis November 2007 bei uns zu Gast und beschäftigte sich mit der funktionellen Ermüdung von NiTi-Aktorfedern.

Prof. Dr. Vedamanickam Sampath of IIT Madras, Chennai, India spent a sabbatical at the Chair for Materials Science and Engineering of the Ruhr-Universität Bochum. He was our guest from May to November in 2007 and investigated the functional fatigue of NiTi actuator springs.

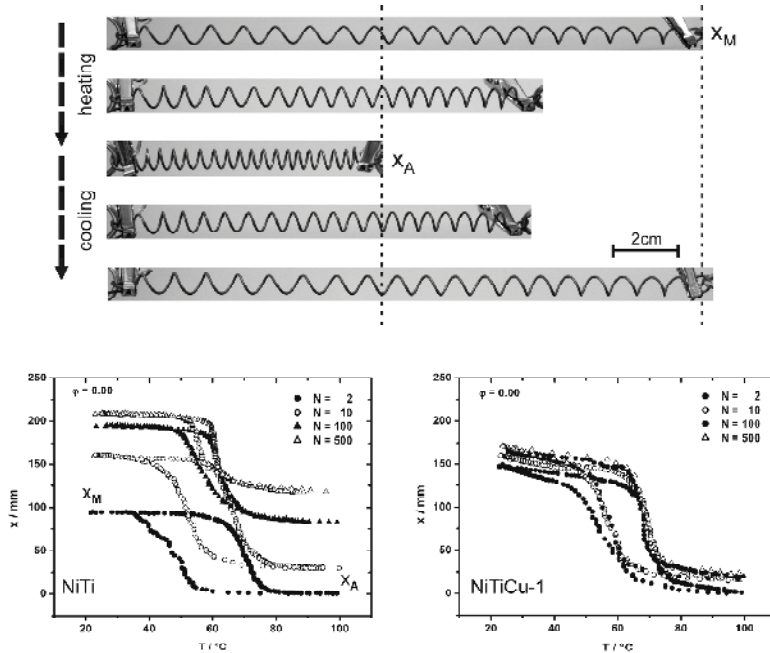


Bild 77: Experiment und Ergebnisse zur funktionellen Ermüdung von Aktorfedern aus NiTi und NiTiCu, C. Großmann.

Fig. 77: Experiment and results on functional fatigue of actuator springs made of NiTi and NiTiCu, C. Großmann.

Prof. Dr. Tamás Ungár von der Eötvös Universität in Budapest kam als Humboldt-Preisträger an unseren Lehrstuhl. Er war in den Jahren 2008 bis 2010 mehrere Male in Bochum. Tamás Ungár hat Interesse an unseren Arbeiten zur Gefügeänderung bei der spannungsinduzierten Martensitbildung in NiTi. Er ist Spezialist für die Charakterisierung von Mikrostrukturen kristalliner Materialien mittels unterschiedlicher Röntgenbeugungsmethoden.

Prof. Dr. Tamás Ungár of the Eötvös University in Budapest came to our Chair as a Humboldt awardee. During the period from 2008 to 2010 he made a number of visits to Bochum. Tamás Ungár was interested in the work we were doing on microstructural changes during the stress-induced formation of martensites in NiTi. He is a specialist for the characterisation of crystalline materials by means of a variety of X-ray diffraction methods.

Dr. Gopal Viswanathan von der Ohio State University besuchte uns von Juni bis September 2007. Er beschäftigte sich mit Segregationsvorgängen in Cu-Basis-Legierungen (Zusammenarbeit mit F. Otto) und mit der Analyse von Versetzungsreaktionen beim Kriechen von TiAl-Legierungen (Zusammenarbeit mit D. Peter).

Prof. Dr. Yunzhi Wang vom Department of Materials Science and Engineering der Ohio State University war vom 4. April bis 31. Mai 2007 und vom 11. bis 31. Juli 2007 in Bochum zu Gast. Er benutzte die Phase Field-Methode, um Ausscheidungen und martensitische Umwandlungen in Ni-reichen NiTi-Legierungen zu beschreiben.

Dr. Gopal Viswanathan of the Ohio State University visited us from June to September 2007. He was occupied with segregation processes in Cu-based alloys (in collaboration with F. Otto) and with the analysis of dislocation reactions during creep in TiAl alloys (in collaboration with D. Peter).

Prof. Dr. Yunzhi Wang of the Department of Materials Science and Engineering at the Ohio State University was a guest in Bochum from 4th April until 31st May 2007 and again from 11th to 31st July 2007. He used the phase-field method to describe precipitation and martensitic transformations in Ni-rich NiTi alloys.



Bild 78: Profs. Y. Wang (OSU, Columbus, USA) und S. Karthikeyan (IISc, Bangalore, India) zu Besuch in Bochum (Mai 2007).

Fig. 78: Profs. Y. Wang (OSU, Columbus, USA) and S. Karthikeyan (IISc, Bangalore, India) visiting Bochum (May 2007).

Prof. Dr. Wolfgang Windl von der Ohio State University, Columbus, USA, war vom 24.6. bis 4.7.2009 zu Gast am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft. Bei ihm hatte Martin Wagner seine Postdoc-Zeit verbracht. Bei Wolfgang Windl beschäftigte er sich mit atomistischen Aspekten der martensitischen Umwandlung von NiTi.

Prof. Dr. Wolfgang Windl von der Ohio State University, Columbus, USA, visited us from 24.6. to 4. 7.2009. Martin Wagner worked with him during his postdoc time at OSU. Wolfgang Windl performs first principle studies on materials. Together with Martin Wagner he worked on atomistic aspects of phase stabilities in NiTi.

Prof. Dr.-Ing. Helmut Wolf lebt als Deutscher in Chennai, Indien, wo er eine Werkstoffprofessur an der Anna University innehat. Außerdem leitet er ein Consulting-Unternehmen, welches sich mit der Lebensdauer von Hochtemperaturkomponenten beschäftigt. Helmut Wolf und Gunther Eggeler sind über ihr gemeinsames Interesse an Hochtemperaturwerkstoffen seit vielen Jahren in Kontakt. Prof. Wolf besuchte unseren Lehrstuhl vom 20.5. bis 3.6. 2009.

Dr. Alejandro Yawny vom Centro Atómico Bariloche in Argentinien war vom 1. April bis zum 30. Juni 2008 in Bochum zu Gast. Er arbeitete gemeinsam mit Jürgen Olbricht an einer Veröffentlichung zum Kriechverhalten von kurzfaserverstärkten Aluminiumlegierungen. Außerdem beteiligte er sich an den Arbeiten zur spannungsinduzierten Bildung der R-Phase.

Dr. Marcus L. Young war Doktorand an der Northwestern University in Evanston, USA. Dort arbeitete er in der Gruppe von Prof. David Dunand an Verbundwerkstoffen. Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum arbeitete er von Februar 2008 bis Januar 2010 mit einem Postdoc-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung. Marcus brachte sich in verschiedene Forschungsprojekte ein. Mit Deniz Kurumlu forschte er an kurzfaserverstärkten Aluminiumlegierungen. Er arbeitete an zwei wichtigen Veröffentlichungen zur Bruchmechanik von Formgedächtnislegierungen mit. Und als Spezialist für Beugungsuntersuchungen an Synchrotron-Beamlines gelang es mit ihm, die mechanische Bildung der R-Phase in-situ nachzuweisen. Während seiner Zeit in Bochum arbeitete Marcus Young auch mit Easo George vom Oak Ridge National Laboratory zusammen. Dabei wurde versucht, mit Hilfe der Nanoindentation mechanische Eigenschaften von Ni_4Ti_3 -Ausscheidungen in Ni-reichen NiTi-Formgedächtnislegierungen zu erfassen. Marcus Young konnte die Ergeb-

Prof. Dr.-Ing. Helmut Wolf is a German materials scientist, who lives and works in Chennai, India. He is a professor for materials science at the Anna University in Chennai. He also runs a consulting company which works in the area of service life of high temperature components. Helmut Wolf and Gunther Eggeler share a common interest in creep and in high temperature materials. They have been in contact over many years. Helmut Wolf visited our chair from 20.5. to 3.6. 2009.

Dr. Alejandro Yawny of the Centro Atómico Bariloche in Argentina was our guest in Bochum from 1st April to 30th June 2008. He worked with Jürgen Olbricht on a publication on the subject of creep in short fibre reinforced aluminium alloys. Moreover, he participated in the work on the stress induced formation of R-phase.

Dr. Marcus L. Young obtained his PhD Degree from the Department of Materials Science and Engineering of the Northwestern University, Evanston, USA. In the group of Prof. David Dunand he worked on metal matrix composites. He successfully applied for a Humboldt postdoc fellowship in this area and worked with us from 1st February 2008 until 31st January 2010. During his time in Bochum he continued research on composite materials in collaboration with Deniz Kurumlu. But he also took interest in elementary transformation and deformation mechanisms in NiTi shape memory alloys. He co-authored two Acta Materialia papers which opened the field of research in fracture mechanics of shape memory alloys and a number of other papers in related areas. Marcus used his expertise in Synchrotron diffraction but also worked on thermography and creep data analysis. During his time in Bochum, Marcus also helped to progress a collaborative project with the materials group in Oak Ridge National Laboratory on nanoindentation to characterize precipitates in Ni-rich

nisse seiner Bochumer arbeiten auf verschiedenen internationalen Konferenzen präsentieren.



Bild 79: Marcus und Michelle Young an der Ruhr-Universität Bochum, Januar 2009.

Fig. 79: Marcus and Michelle Young at the Ruhr-Universität Bochum, January 2009.

Dr. Eugenia Zelaya vom Centro Atómico de Bariloche in Argentinien arbeitete als Gastwissenschaftlerin von Anfang Mai bis Ende Juli 2007 und von Anfang März bis Ende September 2008 am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum. Sie bearbeitete ein Gemeinschaftsprojekt, das von uns und vom Lehrstuhl Werkstoffe der Mikrotechnik von Professor A. Ludwig betreut wurde. Sie führte TEM-Untersuchungen durch, um den Einfluss von Ausscheidungsteilchen auf die Weite der thermischen Hysterese in Ni-Ti-Pd-Legierungen aufzuklären.

Prof. Dr. Xin-Ping Zhang vom Institute for Materials Science and Technology der South China University of Technology besuchte unseren Lehrstuhl von Juli bis September 2006. Prof. Zhang arbeitete mit uns auf dem Gebiet der strukturellen und funktionellen Ermüdung von Formgedächtnislegierungen zusammen. Außerdem beschäftigte er sich mit NiTi-Schäumen. Im Anschluss an seinen Aufenthalt entstand eine gemeinsame Veröffentlichung zu festen NiTi-Schäumen mit kontrollierter Porosität, die im *Journal of Alloys and Compounds* veröffentlicht wurde.

NiTi alloys. For this purpose he spent one month in Easo George's group at ORNL. Marcus presented his work at various international conferences.

Dr. Eugenia Zelaya of the Centro Atómico Bariloche in Argentina worked as a visiting scientist from early May to late July 2007 and again from early March to late September 2008 at the Chair for Materials Science and Engineering of the Ruhr-Universität Bochum. She worked on a joint project that was supervised both by ourselves and by Professor A. Ludwig's Chair. She carried out TEM examinations, in order to elucidate the influence of precipitates on the width of thermal hysteresis in Ni-Ti-Pd alloys.

*Prof. Dr. Xin-Ping Zhang of the Institute for Materials Science and Technology, South China University of Technology visited our Chair from July to September in 2006. Prof. Zhang worked with us in the field of the structural and functional fatigue of shape memory alloys. He also dealt with foams made of NiTi alloys. Following his visit, a joint publication on the subject of solid NiTi foams with controlled porosity was published in the *Journal of Alloys and Compounds*.*



Bild 80 / Fig. 80:
Prof. Dr. Xin-Ping Zhang,
September 2006.

Prof. Dr. Zhonghua Zhang, von der Shandong University, Jinan, China, war vom 1. Juli bis zum 30. September 2008 und vom 16. Juni bis 26. August 2011 in Bochum zu Gast. Er beschäftigte sich in der Gruppe von Dr. Jan Frenzel mit der Herstellung von nanoporösen metallischen Legierungen und mit der Herstellung von Nanodrähten.

Dr. Hongxing Zheng von der Shanghai Jiaotong University war vom 1. Oktober 2006 bis zum 30. Juni 2008 (mit einem Humboldt Stipendium) und vom 16. Juni bis zum 26. August 2011 (als Gast des SFB459) in Bochum. Hongxing Zheng hat mitgeholfen, das Forschungsgebiet der Nanoindentation am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft aufzubauen. Insbesondere begann er mit den Arbeiten zur Nanoindentation von Formgedächtnislegierungen.

Prof. Guangming Zhu von der Northwestern Polytechnical University (Xi'an, China) beschäftigte sich im Zeitraum vom 12. April 2007 bis 31. März 2008 gemeinsam mit Frau Dipl.-Ing. Christina Schmidt und Dr.-Ing. Klaus Neuking mit der Programmierung und der zyklischen Stabilität von FG-Polymeren. Bei der Programmierung wird das FG-Polymer bei hohen Temperaturen (80°C) verformt. Unter

Prof. Dr. Zhonghua Zhang, from Shandong University, Jinan, China was in Bochum as our guest from 1st July until 30th September 2008 and from 16th June until 26th August 2011. Working in Dr. Jan Frenzel's group, he focussed on the production of nanoporous metallic alloys and the production of nanowires.

Dr. Hongxing Zheng of the Shanghai Jiaotong University was in Bochum from 1st October 2006 to 30th June 2008 (on a AvH fellowship) and from 16th June to 26th August 2011 (as guest of the SFB459). Hongxing Zheng assisted in establishing the field of research concerned with nanoindentation at the Chair for Materials Science and Engineering. In particular, he dealt with the nanoindentation of shape memory alloys.

Prof. Guanming Zhu from the Northwestern Polytechnical University (Xi'an, China) worked from April 2007 to March 2007 together with Christina Schmidt and Klaus Neuking on the thermo-mechanical behaviour of shape memory polymers (SMPs). During programming, the SMP is deformed at a high temperature (80°C). The chains of the entropy elastic component of the SM co-polymer are stretched,

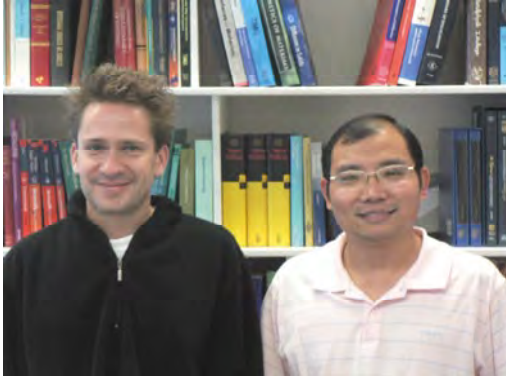


Bild 81: Jan Frenzel und Zhonghua Zhang, September 2008.

Fig. 81: Jan Frenzel and Zhonghua Zhang, September 2008.

diesen Bedingungen ist eine der beiden Komponenten flüssig. Die Ketten der anderen Komponente werden gestreckt. Bei der maximalen Dehnung (betrachtet wurden 50% und 100%) wurde die Probe abgekühlt, dabei erstarrt die zweite Komponente und verhindert das Zusammenziehen der gestreckten Ketten. Erwärmt man das System ohne äußere Last, können die Ketten wieder in ihren statistisch wahrscheinlichen Zustand zurückkehren (Entropie-Elastizität). Dies entspricht dem Einwegeffekt, den man bei metallischen FG-Legierungen beobachtet, wobei wesentlich höhere Dehnungen erreicht werden. Allerdings liegen die Arbeitslasten erheblich niedriger. Guangming Zhu und Christina Schmidt konnten zeigen, dass die Programmierung viele Male wiederholt werden kann.

while the other glassy component is in its liquid state above its glass transition temperature. The material is then cooled under load; the second component solidifies and hinders the stretched chains from contracting. Heating is required to unlock this mechanism and to trigger contraction of the programmed material. This corresponds to the one way effect in metallic shape memory alloys. SM polymers provide much larger displacements and significantly lower exploitable forces than metallic shape memory alloys. Guangming Zhu and Christina Schmidt demonstrated that the programming of SM polymers can be repeated many times.

7.2 Austauschstudierende

Im Berichtszeitraum haben uns viele Austauschstudierende besucht, die Interesse an unseren Forschungsthemen hatten und/oder die mit uns für ihre Bachelor-, Master- oder Doktorarbeiten geforscht haben. Wir wollen auch sie hier kurz auflisten:

7.2 Exchange Students

During the reporting period, a series of exchange students visited us who were interested in our topics of research and/or who carried out research with us for their bachelor's, master's or doctoral work. We are pleased to mention them briefly here:

Markus Aicheler (15. Juni – 3. Juli 2009). Markus Aicheler hat in Bochum studiert und bei uns sein Diplom gemacht. Im Berichtszeitraum hat er am CERN in Genf eine Doktorarbeit zur Beeinflussung von Cu-Oberflächen durch thermisches Zyklieren durchgeführt. M. Aicheler führte im Rahmen seiner Arbeit verschiedene Messungen am Institut für Werkstoffe durch und hat 2010 als externer Doktorand an der Ruhr-Universität Bochum promoviert.

Sarada Bheemineni, Austauschstudentin von der University of Pennsylvania, Philadelphia/USA, war vom 2.6. bis 31.8. 2009 an unserem Lehrstuhl zu Gast. Sie beschäftigte sich mit Mikrostrukturen und den funktionellen Eigenschaften von Formgedächtnislegierungen.

Antoine Le Bigot (2. Juni – 31. August 2009), Université de Nantes/Frankreich. Antoine beschäftigte sich mit der Herstellung und der Charakterisierung von Formgedächtnislegierungen.

Marie Cox (23. August - 10. Dezember 2009), Northwestern University, Evanston/USA. Marie arbeitete zusammen mit Marcus Young an mechanischen Eigenschaften von Formgedächtnislegierungen.

Giuseppe Gullo (27. April – 29. Mai 2009), University of Calabria, Italien. Giuseppe beschäftigte sich gemeinsam mit Marcus Young mit der Bruchmechanik von Formgedächtnislegierungen.

Eve Hanson (7. Juni – 30. Juli 2010) kam als Austauschstudentin von der University of Princeton nach Bochum. Mit Mustafa Rahim beschäftigte sie sich mit dem Drahtziehen von Formgedächtnislegierungen.

Nadya Mameka (September bis Dezember 2010) kam als DAAD-Stipendiatin vom Institute for Problems of Materials Science, Kiev/Ukraine. Nadya Mameka nutzte die Möglichkeiten des Lehrstuhls

Markus Aicheler (15th June - 3rd July 2009). Markus Aicheler studied in Bochum and completed his diploma here. During the reporting period, he worked on a doctoral dissertation at CERN in Geneva, on the influence of thermal cycling on copper surfaces. M. Aicheler conducted various sets of measurements at the Institute for Materials as a part of his work and graduated as an external PhD student at the Ruhr-Universität Bochum in 2010.

Sarada Bheemineni, an exchange student from the University of Pennsylvania, Philadelphia/USA, visited us from 2nd June to 31st August 2009. She worked with us on the relation between microstructures and functional properties of NiTi shape memory alloys.

Antoine Le Bigot (2nd June – 31st August 2009), Université de Nantes, France. Antoine was concerned with the production and characterization of shape memory alloys.

Marie Cox (23rd August to 10th December 2009), Northwestern University, Evanston, USA. Marie worked in collaboration with Marcus Young on the mechanical properties of shape memory alloys.

Giuseppe Gullo (27th April – 29th May 2009), University of Calabria, Italy. Giuseppe worked together with Marcus Young on the fracture mechanics of shape memory alloys.

Eve Hanson (7th June – 30th July 2010) came to Bochum as an exchange student from the University of Princeton. She dealt with wire drawing of shape memory alloys, together with Mustafa Rahim.

Nadya Mameka (September to December 2010) came as a DAAD fellow from the Institute for Problems of Materials Science in Kiev/Ukraine. Nadya Mameka was making good use of the facilities and

Werkstoffwissenschaft, um Oberflächenbereiche von Eisenbasislegierungen zu charakterisieren, die einer starken Oberflächenverformung ausgesetzt waren.

Vincent Molines (1. – 26. September 2008), EI CESI, Paris, Frankreich. Vincent Molines beschäftigte sich in der Gruppe von Jan Frenzel mit dem Erschmelzen und dem Drahtziehen von Ni-Ti-Formgedächtnislegierungen.

R.V.S. Prasad (3. September – 31. Dezember 2010), IIT Madras, Chennai, Indien. Prasad arbeitete in der Gruppe von Jan Frenzel an Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen.

Yoan Phitthayaphone (1. – 26. September 2008), EI CESI, Bagnaux, Frankreich. Yoan Phitthayaphone stellte bei Jan Frenzel durch Schmelzen Formgedächtnislegierungen her und beschäftigte sich mit dem Drahtziehen.

David Zhu (1. Juni – 12. August 2011), MIT, Boston, USA. David Zhu beschäftigte sich in der Gruppe von Matthias Frotscher mit NiTi-Formgedächtnislegierungen. Er arbeitete sich in die Grundlagen ein und beschäftigte sich insbesondere mit dem mechanischen und chemischen Verhalten von Stents und Implantaten.

expertise available in Bochum to characterize surfaces of iron-based alloys after exposure to strong surface deformation.

Vincent Molines (1st to 26th September 2008), EI CESI, Paris, France. Vincent Molines worked in Jan Frenzel's group on the smelting and with wire drawing of NiTi memory alloys.

R.V.S. Prasad (3rd September to 31st December 2010), IIT Madras, Chennai, India. Prasad worked in Jan Frenzel's group on high temperature shape memory alloys.

Yoan Phitthayaphone (1st to 26th September 2008), EI CESI, Bagnaux, France. Working with Jan Frenzel, Yoan Phitthayaphone used ingot metallurgy to produce shape memory alloys and produced wires.

David Zhu came as a student from MIT Boston to our group and worked with the Frotscher group on biomedical applications of NiTi from 1. June until 12. August 2011. He learnt the basics of NiTi shape memory alloys and performed research on chemical and mechanical properties of stents and other medical implants.



Bild 82: Jürgen Olbricht mit Vincent Molines und Yoan Phitthayaphone im September 2008.

Fig. 82: Jürgen Olbricht with Vincent Molines and Yoan Phitthayaphone in September 2008.

7.3 Vorträge

Im Folgenden listen wir Gäste auf, die von uns im Berichtszeitraum zu einem wissenschaftlichen Vortrag eingeladen wurden und die während ihres Besuches an der Ruhr-Universität Bochum vom Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft betreut wurden. Die Vorträge wurden im Rahmen des Hausseminars des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft, des Seminars des Instituts für Werkstoffe (das gemeinsam mit den anderen Einheiten des Instituts für Werkstoffe organisiert wird), des wissenschaftlichen Seminars des SFB459 *Formgedächtnistechnik* (an dem alle Mitglieder des SFB459 teilnehmen) und des Gästeseminars des ICAMS gehalten.

2006:

Prof. Easo George, Metals and Ceramics Division of Oak Ridge National Laboratory, Mechanical properties at small length scales, 26. January 2006

Prof. Yves Bellouard, University of Eindhoven, Micromechanics and shape memory alloys for micro technology, 17. February 06

Prof. Yuriy I. Chumlyakov, Tomsk State University, Siberian Physical-Technical Institute, Shape Memory Effects and Superelasticity in New Ferromagnetic Single Crystals (Co-Ni-Al, Co-Ni-Ga and Ni-Fe-Ga), 17. March 2006

Dr.-Ing. Marion Bartsch, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Köln, Institut für Werkstoff-Forschung, Werkstoffanwendungen in der Luft- und Raumfahrt, 12. April 2006

Prof. F. Faupel, Universität Kiel, Diffusion und viskoses Fließen in glasbildenden Legierungen, 24. Mai 2006

Dr. J. Muir Wood, University of Cambridge, Department of Materials Science and Engineering, Measurement and modelling of the indentation response of bulk and thin film shape memory alloys, 13. June 2006

Prof. Britta Nestler, Fachhochschule Karlsruhe, Kontinuumsmodellierung der Erstarrung in binären und ternären Ni- und Al-Legierungen, 28. Juni 2006

Dr. Marcus Young, Department of Materials Science and Engineering, Northwestern University, Strain measurements and imaging of metal matrix composites using high-energy X-rays, 6. July 2006

7.3 Presentations

In the following section, we list the guests hosted by WW that were invited to present their findings through presentations or lectures. The lectures were given as part of the seminar of the Chair for Materials Science and Engineering, of the seminar of our Institute for Materials (which is organized together with the other groups of the Institute for Materials), of the scientific seminar series of SFB459 Shape Memory Technology (in which all principle investigators of SFB459 participate) and the scientific seminar of ICAMS. The following is a listing of the lectures given along with their respective titles.

Prof. Muthuswamy Kamaraj, IIT Madras, Stress rupture of transition joints between a modified 9Cr-1Mo tempered martensite ferritic steel and a austenitic 316 LN steel, 11. July 2006

Prof. Xin-Ping Zhang, South China University of Technology, Phase transformation and fracture of NiTi shape memory alloys, 30. August 2006

Prof. James C. Earthman, University of California Irvine, Effect of R-ratio and prior thermal treatment on the fatigue behaviour of Nitinol, 21. September 2006

Prof. Tamás Ungár, Eötvös University Budapest, The microstructure in terms of size, strain and faulting determined by X-ray line profile analysis, 11. October 2006

Prof. Ruslan Valiev, Ufa State Aviation Technical University, Ufa, Russia, New trends in SPD processing to produce bulk nanostructured materials, 1. December 2006

Prof. Horst Vehoff, Universität des Saarlandes, Saarbrücken, Korrosion und mechanische Eigenschaften – lokale Untersuchungen mit dem AFM, 20. Dezember 2006

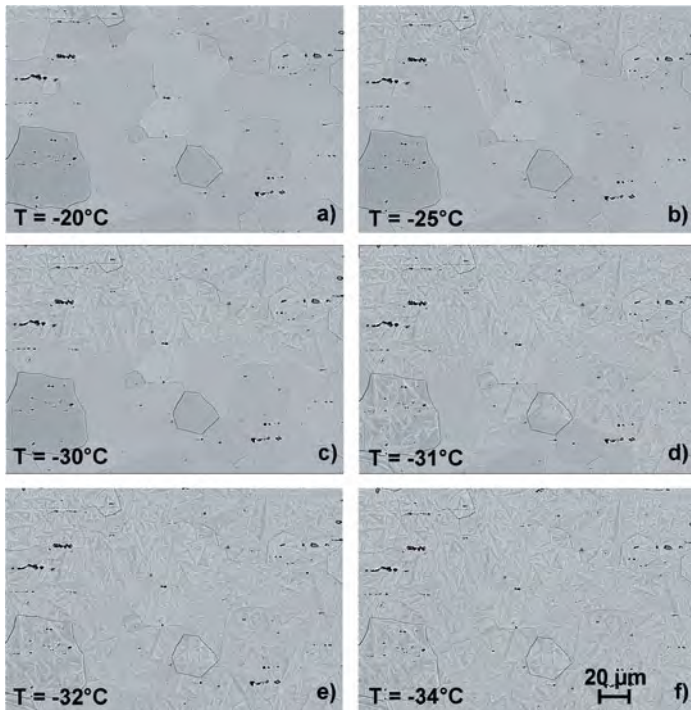


Bild 83: Abkühlversuch im Lichtmikroskop: Bildung von Martensit aus Austenit beim Abkühlen einer NiTi-Formgedächtnislegierung, M. Frotscher.

Fig. 83: Cooling experiment in the optical microscope: Formation of martensite on cooling a NiTi shape memory alloy, M. Frotscher.

2007:

Prof. Dr. A. Hartmaier, Institut für Werkstoffwissenschaften – Lehrstuhl I, Allgemeine Werkstoffeigenschaften, Skalenüberbrückende Modellierung der Verformungs- und Versagensmechanismen in nanostrukturierten Werkstoffen, 10. Januar 2007

Dr. Andreas Burbliès, Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM, Bremen, Computerbasiertes Design, Herstellung und Charakterisierung granulierter zellulärer Werkstoffe, 16. January 2007

Prof. Dr.-Ing. Claudia Fleck, TU Berlin – Fachgebiet Werkstofftechnik, Schwingungskorrosionsverhalten von Magnesiumlegierungen, 17. Januar 2007

Prof. Dr. Karsten Albe, Insitut für Materialwissenschaft, TU Darmstadt, Atomistische Modellierung zu Realstrukturen: Vom Punktdefekt zum Nanoteilchen, 18. Januar 2007

Dr. Norman Marchand, Matelec Systems Inc., Montreal, Canada, Online microstructural assessment of cast automotive components, 19. January 2007

Prof. Dr.-Ing. Heinz Voggenreiter, Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung, DLR Stuttgart, Von der Mikrostruktur zum Prototypen – Forschung zu Werkstoffen und Bauweisen im DLR, 28. März 2007

Dr. Maxime Sauzay, CEA, DEN-DMN-SRMA, Gif sur Yvette, Cyclic softening of martensitic steels at high-temperature: experiments and physically based modelling, 13. April 2007

Prof. Dr. Yunzhi Wang, Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Columbus, Introduction to the fundamentals of the phase field method, 25. April 2007

Prof. Dr. Yunzhi Wang, Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Columbus, Introduction to applications of the phase field method: microstructural evolution during solid state phase transformations and plastic deformation, 26. April 2007

Prof. Dr. S. Karthikeyan, Indian Institute of Science, Department of Materials Engineering, Bangalore, Microtwinning in Ni-base superalloys: mechanisms and modelling, 14. May 2007

Prof. Dr. Yunzhi Wang, Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Columbus, Reaction coordinate theory of martensitic transformations, 21. May 2007

Prof. Carlos H. Caceres, The University of Queensland, School of Engineering, Brisbane, Economical and environmental factors in light alloys automotive applications, 12. Juni 2007

Prof. Dr. Gerhard Wilde, Institut für Materialphysik, Universität Münster, Massive, nanokristalline Materialien: Synthese, Stabilität, Plastizität, 13. Juni 2007

Prof. U. Ramamurty, Indian Institute of Science, Department of Materials Engineering, Bangalore, Fatigue in shape memory alloys – travails and tribulations, 19. Juni 2007

Prof. V. Sampath, Indian Institute of Technology, Madras, Department of Metallurgical and Materials Engineering, Chennai, Some studies on copper-base shape memory alloys, 22. Juni 2007



Bild 84: Paul McCarthy zu Besuch am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft, Juli 2007.

Fig. 84: Paul McCarthy visiting Bochum in July 2007.

P. McCarthy, Consulting, Crawley, Best practice for creep laboratories, 9. July 2007

Prof. K. A. Padmanabhan, Anna University, Chennai, An overview of some of the applications of nanotechnology, 7. September 2007

Prof. Yuriy Chumlyakov, Tomsk State University, Siberian Physical-Technical Institute, Orientation dependence and tension/compression asymmetry of the shape memory effect and superelasticity in new ferromagnetic CoNiAl, CoNiGa, NiFeGa, NiFeGaCo crystals, 9. October 2007

Prof. H. Emmerich, RWTH Aachen, From Segregation to corrosion: contributing insight in optimal processing conditions and materials structures via dynamic simulation, 14. November 2007

2008:

Prof. O. Kraft, KIT Karlsruhe, Verformung und Ermüdung in dünnen Metallschichten und kleinen Strukturen, 25. Januar 2008

Prof. J. Angeli, voestalpine Stahl GmbH, Linz, Beiträge der metallkundlichen Analytik für die metallurgische und werkstofftechnische Entwicklung von Stählen für die Automobilindustrie, 6. Februar 2008

Prof. G. Gottstein, RWTH Aachen, Experimentelle und theoretische Untersuchungen langfa-
serverstärkter NiAl-Vebundwerkstoffe, 11. Juni 2008

PD Dr.-Ing. Myrjam Winning, MPI für Eisenforschung, Düsseldorf, Beweglichkeit von Korngrenzen in metallischen Werkstoffen, 27. Juni 2008

Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Kessler, Universität Rostock, Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, Lehrstuhl Werkstofftechnik, Gasabschrecken beim Ausscheidungshärten von Aluminiumlegierungen – Verfahren und Abschreckempfindlichkeit, 2. Juli 2008

Dr. D. Isheim, Department of Materials Science of the Northwestern University, Atom-probe analysis as a tool for nanometer-scale materials design and analysis, 8. Juli 2008

Prof. Jochen Schneider, RWTH Aachen, Quantum mechanically guided design of nanolaminates, 16. Juli 2008

Prof. Dr. Florian Pyczak, GKSS Forschungszentrum, Metallic materials – alloy development and processing at GKSS, 27. Juli 2008

Dr. Eric Payton, Department of Materials Science and Engineering, The Ohio State University, Integration of simulations and experiments for modelling superalloy grain growth, 18. December 2008

2009:

Dr. Stephan Gerstl, Imago Scientific Instruments, Madison, Wisconsin, Atom probe applications, 10. März 2009

Prof. Y. F. Zheng, Peking University, College of Engineering, Department of Advanced Materials and Nanotechnology, Development of shape memory materials for biomedical applications, 23. March 2009

Dipl.-Ing. Eric Zimmermann, Faurecia Innenraumsysteme, Scheuerfeld, Adaptive Schutzsystem für den Seitenaufprall, 21. April 2009

Dr. Stephen P. Brookes, BAM Berlin, Thermo-mechanical fatigue behaviour of the near- γ TiAl alloy TNB-V5 under uniaxial and multiaxial loading, 5. May 2009

MSc. Jian Zhang, Jiaotong University, Xi'an, Interactions between martensitic transformations and plasticity, 26. May 2009

Dr. Thomas Waitz, Universität Wien, Phase transformations of NiTi shape memory alloys subjected to severe plastic deformation, 3. June 2009

Prof. Helmut Wolf, Anna University, Chennai, Materials Science and Engineering at the Anna University, 4. June 2009

Dr. Antonin Dlouhy, Institute of Physics of Materials, Brno, Interplay between microstructure and martensitic transformations in NiTi shape memory alloys, 16. June 2009

Prof. Peter Anderson, The Ohio State University, The coupling of transformation and plasticity in NiTi shape memory alloys, 30. June 2009

Prof. Pedro Dolabella Portella, BAM Berlin, Materials issues in safety engineering, 6. July 2009

Prof. Frans Spaepen, School of Engineering and Applied Sciences, Harvard University, Simulating atomic-scale phenomena with colloids, 13. August 2009



Bild 85: Frau G. Schürmann, die zum Ende des Berichtszeitraums ausschied, mit Prof. Hornbogen.

Fig. 85: Mrs. G. Schürmann who retired at the end of the reporting period, here together with E. Hornbogen.

Dr. Xiangdong Ding, Jiaotong University, Xi'an, Surface energy driven low-loss displacive transformation: application to energy storage, 1. September 2009

Prof. Hugh McQueen, Concordia University, Quebec, Microstructural aspects of thermomechanical processing and hot deformation of steels, 14. September 2009

Prof. G. M. Pharr, Department of Materials Science and Engineering, The University of Tennessee, Probing the mechanisms of small scale plasticity by nanoindentation pop-in and micro-pillar compression testing, 28. October 2009

Prof. Haël Mughrabi, Lehrstuhl Werkstoffwissenschaften I, Friedrich-Alexander Universität Erlangen, Cyclic deformation of different steels: fundamentals and some examples of applications, 11. December 2009

Dr. Vidyashankar Buravalla Ramasastry, General Motors Technical Centre, Bangalore, Nature of memory in interrupted phase transformations in shape memory alloys, 15. December 2009

Prof. Victoria Yardley, Kumamoto University, Graduate School of Science and Technology, Kumamoto, Application of EBSD to ferritic/martensitic steels, 16. December 2009

2010:

Prof. Tony Spassov, Faculty of Chemistry, University of Sofia, Hydrogen storage in metallic alloys, 22. January 2010

Prof. Erdmann Spiecker, Universität Erlangen-Nürnberg, Strain relaxation and interface phenomena in thin films and layered crystals studied by advanced TEM techniques, 23. February 2010

Dipl.-Ing. M. Schöbel, Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie, TU Wien, Internal stresses and voids in SiC particle reinforced Al composites, 2. March 2010

Prof. Y. I. Chumlyakov, Siberian Physical-Technical Institute, Tomsk State University, High temperature superelasticity in ferromagnetic single crystals and TiNi crystals, 28. April 2010

Prof. V. Vitek, Department of Materials Science and Engineering, The University of Pennsylvania, Multiscale modelling of plastic deformation of transition body-centred-cubic metals: from the atomic level to the continuum, 20. May 2010

Prof. Carlos H. Cáceres, Materials Engineering, The University of Queensland, Grain size hardening in Mg and Mg-Zn solid solutions, 15. June 2010

Dr. Sebastian Fähler, IFW, Institut für metallische Werkstoffe, Dresden, The role of interfaces in bulk and thin film magnetic shape memory alloys, 21. July 2010

Dr. Frode Stavehaug, The BOEING Company, Metallic Materials, Seattle, The 787 Dreamliner – Changing the Game, 9. September 2010

Prof. R. Z. Shneck, Department of Materials Engineering, Ben-Gurion University, Self ordering in multilayered quantum dots, 16. September 2010

2011:

Prof. Dr.-Ing. Karl Ulrich Kainer, Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Strategien zur Eigenschaftsoptimierung von Mg-Knetlegierungen, 27. Januar 2011

Prof. Dr. Joël Bonneville, Laboratoire de Physique des Matériaux, UMR 6600, Université de Poitiers, New insight into the flow stress anomaly of a Ni₃Al-based L1₂ intermetallic using AFM, 4. Mai 2011

Dipl.-Phys. Guillaume Laplanche, Laboratoire de Physique des Matériaux, UMR 6600, Université de Poitiers, Study of intermetallic phases in Al/Al-Fe-Cu composites, 4. Mai 2011

Dipl.-Ing. Gerhard Maier, Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM) Freiburg, Verformung und Anriss von Alloy 617B unter niederzyklischer Ermüdungsbeanspruchung, 6. Juni 2011

Prof. Dr.-Ing. R. Singer, Friedrich-Alexander Universität Erlangen Nürnberg, Aktueller Forschungsbedarf zu Ni-Basis Superlegierungen, Vortrag im Rahmen der Begutachtung des SFB-Transregio 103, 13. Juli 2011

Prof. Dr. Matthias Göken, Friedrich-Alexander Universität Erlangen Nürnberg, Co-Basis Superlegierungen mit γ/γ' -Härtungsmechanismen, Vortrag im Rahmen der Begutachtung des SFB-Transregio 103, 13. Juli 2011

Prof. Dr. Erdmann Spiecker, Friedrich-Alexander Universität Erlangen Nürnberg, Einsatz hochauflösender Methoden für die Untersuchung einkristalliner Superlegierungen, Vortrag im Rahmen der Begutachtung des SFB-Transregio 103, 13. Juli 2011

Prof. Dr. Ralf Drautz, Ruhr-Universität Bochum, Skalenübergreifende Modellierung einkristalliner Ni- und Co-Basis Superlegierungen, Vortrag im Rahmen der Begutachtung des SFB-Transregio 103, 13. Juli 2011

Dipl.-Ing. Karina Wallwaey, Werkstoffkompetenzzentrum, ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg, Entwicklung neuer Stahlgüten für das Warm- und Kaltwalzen, 18. Juli 2011

Prof. Dr. Roger C. Reed, University of Birmingham, UK, Nickel-Based Superalloys: Construction, Use and Validation of Numerical Models, 1. September 2011

Prof. Dr. Tresa Pollock, University of California Santa Barbara, New L1₂-containing Co-base Superalloys, 6. September 2011

Prof. Yuriy Chumlyakov, Siberian Physical Technical Institute, Tomsk State University, Shape memory effect and superelasticity in high strength Fe-based systems, 7. October 2011

Prof. Lothar W. Meyer, Geschäftsführer der Firma Nordmetall GmbH (früher: TU Chemnitz), Hochdynamisches Werkstoffverhalten, 7. Dezember 2011

Dr.-Ing. Gotthard Mälzer, Statoil ASA, Stavanger/Norwegen, Robuste Werkstoffe für die Öl- und Gasförderung vom Meeresgrund, 16. Dezember 2011

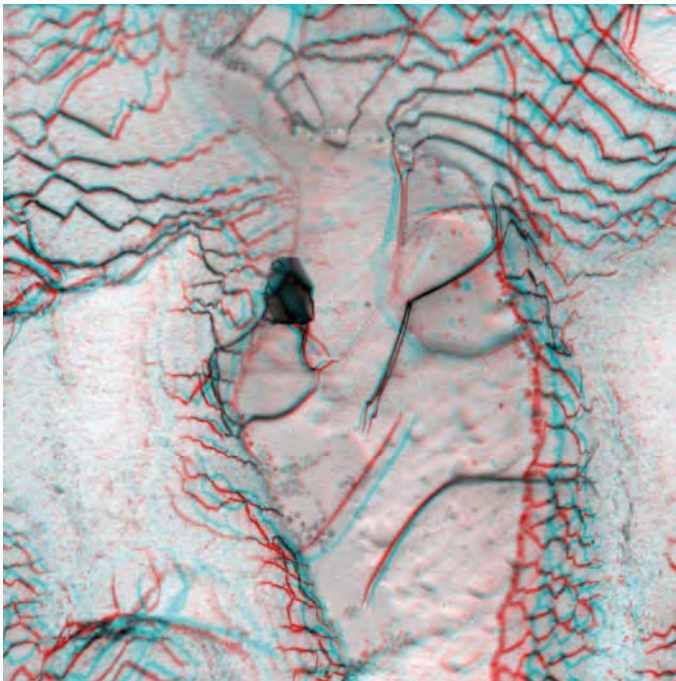


Bild 86: Versetzungen in der γ/γ' -Mikrostruktur einer einkristallinen Ni-Basis-Superlegierung. Das quadratische Stereobild hat eine Seitenlänge von etwa 2 μm . Bild mit Stereobrille betrachten!

L. Agudo 


Fig. 86: Dislocations in the microstructure of a single crystal Ni-base superalloy. The length of one side of the quadratic TEM stereo image is 2 μm . To view with stereo glasses! L. Agudo 



Bild 87: Lakshman Neelakantan und Tobias Simon beim SFB459-Ausflug zur Zeche Zollverein, September 2011.

Fig. 87: Lakshman Neelakantan and Tobias Simon at the SFB459 excursion to Zeche Zollverein, September 2011.

8. Auslandsaufenthalte

Im vorigen Kapitel haben wir die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aufgelistet, die unseren Lehrstuhl im Berichtszeitraum besucht haben. Bevor wir hier über unsere Auslandsaufenthalte berichten, soll zunächst darauf hingewiesen werden, dass alle Mitglieder unseres Lehrstuhls häufig in Deutschland unterwegs sind. Im deutschsprachigen Raum nehmen wir an den DGM-Arbeitskreisen *Mechanisches Werkstoffverhalten bei hoher Temperatur, Ermüdung und Funktions-/Verbundwerkstoffe* teil. Wir sind regelmäßig bei den Frühjahrstagungen der DPG und bei der Werkstoffwoche bzw. den Jahrestreffen der DGM vertreten. In der letzten Förderphase des SFB459 Formgedächtnistechnik nahmen wir an dreimal der Hannovermesse teil.

8. Travel Abroad

In the previous chapter, we gave a comprehensive listing of the scientists who visited us during the reporting period, whether to give a lecture or stay for an extended period. Before we report on our extended visits abroad we would like to emphasize, that members of our chair participate in many events organized in Germany. Thus we regularly participate in symposia organized by the DGM and particularly in the DGM working groups on Mechanical Material Properties at High Temperatures, Fatigue and Functional and Composite Materials. We also take regularly part in the spring meeting of the DPG as well as at DGM's annual meetings. In the last funding period of the SFB459 we participated three times at the Hannovermesse.



Bild 88: Zu Gast an der Jiaotong University mit Gastgeber Prof. Xiaobing Ren und seiner Forschungsgruppe.

Fig. 88: Visiting Jiaotong University in Xi'an. Picture with host Prof. Xiaobing Ren and members of his research group.

Im internationalen Rahmen nehmen wir regelmäßig an den Konferenzserien ESOMAT, EUROMAT, ICOMAT, ICSMA und CREEP (Creep and Fracture of Engineering Materials) teil. Außerdem wurde im Berichtszeitraum eine Reihe weiterer Konferenzen besucht (TEM, Aluminium, Cr-Stähle, Biomaterialien, ...). Jede Doktorandin bzw. jeder Doktorand von WW hält mindestens einmal einen Vortrag auf einer internationalen Tagung.

Hier sollen längere Forschungsaufenthalte von Mitgliedern unseres Lehrstuhls aufgelistet werden (in alphabetischer Reihenfolge der Wissenschaftler, nicht in der zeitlichen Reihenfolge der Aufenthalte).

On the international level, we regularly take part in the ESOMAT conference series, in EUROMAT, ICOMAT, ICSMA and CREEP (Creep and Fracture of Engineering Materials). Additionally, we have been represented at a number of other conferences during this reporting period (TEM, Aluminum, Cr-Steel, Biomaterials, ...). In fact each of our graduate students presents his research results at least once at an international conference.

Here we briefly describe extended visits of members of our group to research institutions outside Germany. Research stays are listed in alphabetical order of the names of members of our Chair.



Bild 89: Zu Besuch am IIT Madras mit alten Bekannten, Prof. H. Wolf und Prof. M. Kamaraj.
Fig. 89: Visiting IIT Madras and meeting old friends (Prof. H. Wolf und Prof. M. Kamaraj).

Gunther Eggeler war im Berichtszeitraum einige Male zu kürzeren und längeren Auslandsaufenthalten unterwegs. Zweimal besuchte er für einige Wochen das Centro Atomico der Bariloche in Argentinien (Februar 2007 und Februar 2010), um mit den dortigen Kollegen an Veröffentlichungen zum mechanischen Verhalten und zur Ermüdung von Formgedächtnislegierungen zu arbeiten. Mehrere Male

Gunther Eggeler travelled abroad a number of times, both on short trips but also for some extended stays. He visited the Centro Atomico in Bariloche, Argentina for several weeks on two occasions (in February 2007 and again in February 2010) to work on publications on the subject of the mechanical and fatigue behaviour of shape memory alloys. He was a guest of Professor E. George at the Oak

war er bei Prof. E. George vom Oak Ridge National Laboratory zu Gast (März 2008, Dezember 2009, März 2010, November 2011). Im Mai 2008 und im September 2009 verbrachte er jeweils eine Woche an der Jiaotong University in Xi'an in China, am State Key Laboratory for Strength of Materials. Bei seinem Besuch im September 2009 wurde er an der Jiaotong University zum Adjunct Professor ernannt. Viele Male war er am Institute of Physics of Materials bei Prof. A. Dlouhy in Brno zu Gast. Sein Forschungsfreisemester 2008/09 verbrachte er am Materials Science Department der Ohio State University bei Prof. Mike Mills (September bis Dezember 2008) und am Materials Engineering Department des Indian Institute of Science (IISc) in Bangalore (Januar bis Anfang Februar 2009), wo er die Brahm Prakash-Gastprofessur inne hatte. In Indien besuchte er auch das IIT Madras, zu dem seit vielen Jahren sehr gute Verbindungen bestehen.

Ridge National Laboratory several times (March 2008, December 2009, March 2010, November 2011). In May 2008 and September 2009, he enjoyed two stays of a week each at the Jiaotong University in Xi'an, China, in the State Key Laboratory for the Strength of Materials. During his visit in September of 2009, he was nominated Adjunct Professor at the Jiaotong University. On numerous occasions, he was invited to the Institute of the Physics of Materials, as guest of Prof. A. Dlouhy in Brno. His sabbatical during the winter semester 2008/09 was spent at the Materials Science Department of the Ohio State University with Prof. Mike Mills (September to December 2008) and at the Materials Engineering Department of the Indian Institute of Science (IISc) in Bangalore (January to early February 2009), where he held the Brahm Prakash Visiting Professorship. In India, he also visited the IIT Madras.



**Bild 90 /
Fig. 90:**
Jan Frenzel,
Joachim Schneibel,
2006.

Jan Frenzel war von Mai bis September 2006 zu Gast bei Prof. Easo George in der Materials Science and Technology Division im Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge, Tennessee, USA). Hier entstand eine werkstoffwissenschaftlich sehr interessante Arbeit zum Einfluss der Nickelkonzentration auf die Phasenumwandlung in binären NiTi-Formgedäch-

Jan Frenzel joined the research group of Prof. Easo George in the Material Science and Technology Division in the Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge, Tennessee, USA) from May until September 2006. During his visit, Jan Frenzel investigated the influence of Ni on the phase transformation behaviour of NiTi shape memory alloys. Jan Frenzel also

nislegierungen. Jan Frenzel arbeitete auch mit Joachim Schneibel zur Hochtemperaturfestigkeit eines neuen Stahles zusammen. Von Juli bis September 2007 hat Jan Frenzel in der David Dunand Research Group an der Northwestern University (Evanston, Illinois, USA) gearbeitet. Er beschäftigte sich dort mit der schmelzmetallurgischen Herstellung poröser Ni-Ti-Legierungen.

interacted with Joachim Schneibel on the high temperature strength of an advanced steel. During his stay at the Northwestern University (Evanston, Illinois, USA) from July until September 2006, Jan Frenzel investigated porous NiTi shape memory alloys in the research group of Prof. David Dunand. The aim of this study was to develop a method for producing porous NiTi.



Bild 91: Die Familie Frotscher beim Abschiedsbrunch von Matthias Frotscher, August 2011.

Fig. 91: The Frotscher family, August 2011.

Matthias Frotscher war von August bis Dezember 2008 zu Gast bei Prof. Easo George in der Material Science and Technology Division im Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge, Tennessee, USA). Er beschäftigte sich mit Gefügeveränderungen bei Ermüdung und versuchte insbesondere mikrostrukturelle Parameter mit Hilfe der Nanoindentation zu erfassen. Außerdem beschäftigte er sich mit der Herstellung von Einkristallen mit Hilfe eines Floating-Zone-Ofens. In Zusammenhang mit seiner Rolle als Leiter des Transferbereichs des SFB459 und Leiter der Gruppe Werkstoffe der Medizintechnik war Matthias Frotscher in der zweiten Hälfte des Berichtszeitraums das Lehrstuhlmitglied mit den meisten Auslandsreisen.

Matthias Frotscher was a guest of Prof. Easo George in the Material Science and Technology Division of the Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge, Tennessee, United States) from August to December 2008. While in the USA, he dealt with the changes in microstructure occurring during fatigue and in particular attempted to record microstructural parameters with the help of nanoindentation. He also was involved with the production of single crystals by means of a floating zone furnace. In his capacity as Head of the Transfer Section of SFB459 and Head of the Materials in Medicine Group, Matthias Frotscher was the most travelled member of our Chair with regard to trips abroad, during the second half of the reporting period.

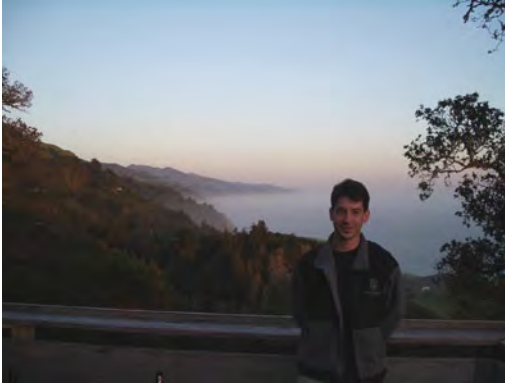


Bild 92: Martin Wagner am Highway 1.

Fig. 92: Martin Wagner at Highway 1.

Martin Wagner verbrachte das ganze Jahr 2006 und den Januar des Jahres 2007 als Feodor-Lynen-Stipendiat der Alexander von Humboldt-Stiftung an der Ohio State University, Columbus, Ohio/USA. Während seines Aufenthaltes an der Ohio State University arbeitete M. Wagner in der Gruppe von Prof. Mike Mills. Dort beschäftigte er sich mit der Erzeugung und Untersuchungen von micro pillars im Ni-Ti-System. Außerdem kam es zu einer Wechselwirkung mit der Gruppe von Prof. Peter Anderson auf dem Gebiet der Nanoindentation von Formgedächtnislegierungen. Aus einer besonders intensiven Zusammenarbeit mit Prof. Wolfgang Windl entstanden grundlegende Arbeiten zu den elastischen Eigenschaften und der relativen Stabilität der NiTi-Martensite aus atomistischer Perspektive. In den ab initio-Rechnungen konnten erstmals die elastischen Konstanten von B19' NiTi und Ni₄Ti₃ ermittelt werden.

Janine Pfetzling-Micklich, war von Juli bis September 2007 bei Prof. T.W.Clyne in der Composites and Coatings Group des Department of Materials Science and Metallurgy der Cambridge University (UK) und von Juni bis September 2010 bei Profs. Easo George und George Pharr in der Materials Science and Technology Division des Oak Ridge National Laboratory bzw. am Department of Materials Science der University of Tennessee

Martin Wagner spent the year 2006 and the January of 2007 at The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA as a Feodor-Lynen-Fellow of the Alexander von Humboldt Foundation (AvH). During his stay at The Ohio State University, M. Wagner was part of the group of Prof. Mike Mills, where he studied the fabrication and characterization of micro pillars in the NiTi system. Moreover, he interacted with the group of Prof. Peter Anderson in the field of nanoindentation of shape memory alloys. An intensive collaboration with Prof. Wolfgang Windl led to fundamental research results on the elastic properties and relative stability of NiTi martensites from an atomistic perspective. In the ab initio calculations, the elastic constants of B19' NiTi and Ni₄Ti₃ could be determined for the first time.

In the reporting period, Janine Pfetzling-Micklich visited the Cambridge University (UK) in 2007 and the Oak Ridge National Laboratory (USA) in 2010. From July to September 2007 she visited Prof. Clyne's group (Composites and Coatings) in the Materials Science and Metallurgy Department of Cambridge University. During her visit in Cambridge she investigated the local mechanical behavior of ternary NiTiFe shape memory alloys with

(Knoxville, USA). Während Ihres Aufenthaltes an der Cambridge University in der Gruppe von Prof. Clyne hat sie sich mit der Charakterisierung des lokalen mechanischen Verhaltens von ternären NiTi-Fe-Formgedächtnislegierungen mit ausgeprägter R-Phasenumwandlung beschäftigt. Dazu wurden Nanoindentationsversuche durchgeführt und der Einfluss verschiedener Spitzengeometrien und Umgebungstemperaturen auf das lokale pseudoelastische Verhalten, insbesondere auf die Rückverformung während des Entlastens, untersucht. Am Oak Ridge National Laboratory untersuchte Janine Pfetzling-Micklich in der Gruppe von Prof. Easo George das lokale Umwandlungsverhalten von binären pseudoelastischen NiTi Formgedächtnislegierungen. Es wurde insbesondere das unter definierten Testbedingungen auftretende Pop-out-Verhalten in Abhängigkeit von dem verformten Volumen unter der Indenterspitze untersucht.

distinct R-phase transformation. She performed nanoindentation experiments and studied the influence of different tip geometries and testing temperatures on the small scale pseudoelasticity and particularly the pseudoelastic recovery during unloading. Hosts during her 2010 USA visit in Tennessee were Dr. Easo George from the Materials Science and Technology Division of the Oak Ridge National Laboratory (ORNL) and Prof. Dr. George Pharr from the Department of Materials Science and Energy of the University of Tennessee. During her stay at ORNL, Janine Pfetzling-Micklich studied the local transformation behavior of binary pseudoelastic NiTi shape memory alloys. She performed nanoindentation experiments with special testing methods, in particular she investigated the pop-out behavior occurring under well defined testing conditions considering the influence of the deformed material volume below the indenter.



Bild 93 / Fig. 93:
Janine Pfetzling-
Micklich,
Easo George,
ORNL, 2010.

9. Veranstaltungen

Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft war im Berichtszeitraum an der Organisation und an der Ausrichtung zahlreicher Veranstaltungen beteiligt. Hier berichten wir über wichtige Veranstaltungen, die wir organisiert oder maßgeblich mitgestaltet haben:

14. Juli 2006: Kolloquium zu einkristallinen Superlegierungseinkristallen. Am 14. Juli 2006 organisierte der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft unter Federführung von Gotthardt Mälzer ein Kolloquium zum Thema *Einkristalline Superlegierungen*, an dem Forscher von Universitäten und aus der Industrie aus ganz Deutschland teilnahmen. Zu diesem Zeitpunkt konnte der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft über Ergebnisse aus mehreren Doktorarbeiten zu diesem Thema berichten (Probst-Hein 2000, Serin 2002, Frey 2004 und Göbenli 2005). Außerdem stand die Doktorarbeit von Gotthardt Mälzer kurz vor dem Abschluss. Die sehr interessanten Vorträge und die lebhaften Diskussionen, die den eintägigen Workshop kennzeichneten, sind ein Beleg für das hohe Interesse, das diese Werkstoffklasse seit jeher erfährt.

Beiträge zum Superlegierungskolloquium:

J. Rösler, TU Braunschweig: *Nanoporöse Membranen aus Superlegierungen: Herstellung, Eigenschaften und Anwendungspotentiale.*

A. Volek, M. Lamm, R. F. Singer, Universität Erlangen-Nürnberg: *Der Einfluss der Erstarrungsbedingungen auf die mechanischen Eigenschaften von gerichtet erstarrten Superlegierungen.*

G. Mälzer, G. Eggeler, Ruhr-Universität Bochum: *Werkstoffwissenschaftliche Untersuchungen zum Kriechen von LEK 94 unter Verwendung von Minikriechproben.*

9. Special Events

The Chair for Materials Science and Engineering was involved in the organization of numerous meetings during the reporting period. The following is a listing of events that we either organized or played a considerable role in organizing:

14th July 2006: Symposium on Super Alloy Single Crystals. *On 14th July 2006, the Chair for Materials Science and Engineering organized a symposium on the subject of single crystal super alloys under the supervision of Gotthardt Mälzer; participants included researchers from universities and industry from throughout Germany. At the time, the Chair for Materials Science and Engineering was in a position to report on the results of a number of doctoral theses on the subject (Probst-Hein 2000, Serin 2002, Frey 2004 and Göbenli 2005), while Gotthardt Mälzer's own thesis was almost complete. The high degree of interest this class of materials has always enjoyed was confirmed once again by most engaging presentations and lively discussions which marked this single day workshop.*

Contributions to the Super Alloys Symposium:

J. Rösler, TU Braunschweig: Nanoporous Membranes made of Super Alloys: Production, Characteristics and Potential Applications.

A. Volek, M. Lamm, R. F. Singer, Universität of Erlangen-Nürnberg: The Influence of Solidification Conditions on the Mechanical Characteristics of Directionally Solidified Super Alloys.

G. Mälzer, G. Eggeler, Ruhr-Universität Bochum: Materials Scientific Investigation of the Creep Behaviour of LEK 94 using Miniature Creep Samples.

Th. Link, A. Epishin, U. Brückner, TU Berlin und BAM-Berlin: *Analysis of the HT creep behaviour of CMSX-4 and CMSX-10.*

St. Neumeier, F. Pyczak, M. Göken, Universität Erlangen-Nürnberg: *Das Verteilungsverhalten von Refraktärelementen im γ/γ' -Gefüge und in der Dendritenstruktur von Nickelbasis-Superlegierungen.*

T. Murakumo, J. X. Zhang, Y. Koizumi, T. Kobayashi, H. Harada, NIMS Japan, zu Gast bei der BAM Berlin: *Development of new SC superalloys with Ru additions.*

Th. Link, A. Epishin, U. Brückner, TU Berlin and BAM Berlin: *Analysis of the HT Creep Behaviour of CMSX-4 and CMSX-10.*

St. Neumeier, F. Pyczak, M. Göken, Universität of Erlangen-Nürnberg: *The Partitioning Behaviour of Refractory Elements in γ/γ' Structures and in the Dendrite Structure of Nickel-Based Super Alloys.*

T. Murakumo, J. X. Zhang, Y. Koizumi, T. Kobayashi, H. Harada, NIMS Japan, guest at the BAM Berlin: *Development of new SC Superalloys with Ru Additions.*



Bild 94: Titelblatt der Einladung zum Superlegierungskolloquium 2006.

Fig. 94: Title page of the invitation for the super alloy symposium 2006.

M. Wenderoth, R. Völkl, U. Glatzel, Universität Bayreuth: *Einfluss der Korngrenzen auf die Kriechfestigkeit von Platinbasis-Superlegierungen.*

G. Göbenli, G. Eggeler, Ruhr-Universität Bochum: *Zum Einfluss des Spannungszustandes und der Temperatur auf die Kinetik des Raftings in CMSX-4 und LEK 94.*

B. Fedelich, BAM Berlin: *Zur Modellierung der Plattenbildung in einkristallinen Superlegierungen bei Kriechbeanspruchung.*

M. Wenderoth, R. Völkl, U. Glatzel, University of Bayreuth: *Influence of the Grain Boundaries on the Creep Strength of Platinum-Based Super Alloys.*

G. Göbenli, G. Eggeler, Ruhr University Bochum: *On the Influence of the State of Stress and Temperature on Rafting Kinetics in CMSX-4 and LEK 94.*

B. Fedelich, BAM Berlin: *On the Modelling of Rafting in Single Crystal Super Alloys during Creep.*

J. Preußner und U. Glatzel, Universität Bayreuth: *Versetzungsdichten basiertes Materialmodell zur Simulation des anisotropen Kriechverhaltens ein- und zweiphasiger Einkristalle.*

V. Levkovitch, B. Svendsen, Universität Dortmund: *Macroscopic fatigue modeling of Nickel-base superalloys.*

Nach Ende des Werkstoffkolloquiums *Superlegierungen* bestand Gelegenheit zur Besichtigung der experimentellen Einrichtungen des Instituts für Werkstoffe.

10.-15. September 2006: 7th European Symposium on Martensitic Transformations (ESOMAT 2006). Die ESOMAT-Konferenzserie befasst sich mit Formgedächtnislegierungen und der martensitischen Umwandlung in Stählen. Dabei werden grundlegende Aspekte der martensitischen Umwandlung betrachtet. Gleichzeitig sind aber Fragestellungen zu neuen Anwendungen von Interesse. G. Eggeler hatte sich bei der ESOMAT 2003 erfolgreich um Bochum als Austragungsort für die ESOMAT 2006 beworben.

Die Organisation des wissenschaftlichen Programms erfolgte in Absprache mit dem internationalen wissenschaftlichen

J. Preußner and U. Glatzel, Universität Bayreuth: A Dislocation Density-Based Materials Model for the Simulation of the Anisotropic Creep Behaviour of Single and Dual Phase Single Crystals.

V. Levkovitch, B. Svendsen, University of Dortmund: Macroscopic Fatigue Modelling of Nickel-Based Super Alloys.

After the conclusion of the Super Alloy materials symposium, participants were given the opportunity to inspect the experimental facilities at the Institute for Materials

10th to 15th September 2006: 7th European Symposium on Martensitic Transformations (ESOMAT 2006). The ESOMAT conference series is concerned with shape memory alloys and the martensitic transformation in steels, whereby the fundamental aspects of the martensitic transformation are considered; simultaneously, scientific issues surrounding new applications are also of interest. At the ESOMAT 2003, G. Eggeler successfully applied for Bochum as the venue for the next ESOMAT 2006.

The organisation of the scientific programme was carried out in close cooperation between the international scientific



Bild 95: Alte Bekannte und Gäste bei der ESOMAT 2006:

Yuri Chumlyakov und Svetlana Shabalovskaja.

Fig. 95: Old friends and participants of ESOMAT 2006:

Yuri Chumlyakov and Svetlana Shabalovskaja.

Komitee der ESOMAT und dem lokalen Organisationskomitee. Im lokalen Organisationskomitee, zu dem Mitglieder des SFB459, des MPIE Düsseldorf und der Fakultät für Physik der Universität Duisburg/Essen gehörten, wurden auch Fragen zum Tagungsablauf diskutiert. Der Ablauf der Tagung wurde von den Mitarbeitern des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft organisiert.



Bild 96: Konferenzsekretariat ESOMAT 2006.

Fig. 96: Conference secretariat ESOMAT 2006.

Über den Sonderforschungsbereich 459 konnte von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) eine finanzielle Unterstützung für die ESOMAT 2006 eingeworben werden. Die ESOMAT wurde auch von unseren Industriepartnern (Memory Metalle, ThyssenKrupp Steel, Edwards Life Sciences, MaTeck, MATFEM) und von Bochumer Sponsoren (BOGESTRA, Stadt Bochum) unterstützt.

Zur ESOMAT 2006 kamen 214 Teilnehmer (Wissenschaftler und Begleitpersonen) aus 28 Ländern. Die Tagung fand bei strahlendem Herbstwetter statt. Die Tagung wurde mit einem Empfang im Deutschen Bergbaumuseum in Bochum eröffnet. Sie fand dann von Montag bis Freitag in den Räumlichkeiten der Stadtparkgastonomie im Herzen Bochums statt. Sie begann mit einem Vortrag von Prof. Pedro Portella von der Bundesanstalt für Materialprüfung über das Leben und Wirken von Adolf Martens, der der diffusionslo-

committee of ESOMAT and the local organising committee. The local organising committee, which included members of SFB459, the MPIE Düsseldorf and the Faculty of Physics of the University of Duisburg/Essen, also discussed questions relating to the symposium programme. The symposium programme was organised by members of the staff of the Chair for Materials Science and Engineering.

Via the collaborative research centre SFB459, financial support for the ESOMAT 2006 was obtained from the German Research Association (DFG). The ESOMAT was also supported by our partners from industry (Memory Metalle, ThyssenKrupp Steel, Edwards Life Sciences, MaTeck, MATFEM), as well as by sponsors from Bochum (BOGESTRA and the City of Bochum).

A total of 214 participants attended the ESOMAT 2006, scientists and their companions, hailing from 28 different countries. The meeting took place in brilliant autumn weather. The symposium opened with a reception in the German Mining Museum in Bochum. It then continued in the premises of the City Park Restaurant in the heart of Bochum, from Monday until Friday. The symposium began with a presentation by Prof. Pedro Portella from the Federal Institute for Materials Research and Testing on the life and work of

sen Umwandlung ihren Namen gegeben hat. Alle Vorträge wurden in einem ansprechend gestalteten Programmheft aufgelistet. Ein großer Teil der Arbeiten konnte in einem Sonderband von Materials Science and Engineering A veröffentlicht werden (MSE A 481-482, 2008).

Adolf Martens, after whom the diffusionless transformation is named. All presentations and posters were listed in an attractively designed programme booklet. A large portion of the work was subsequently published in a special issue of Materials Science and Engineering A (MSE A 481-482, 2008).



Bild 97: Werner Theisen (Chairman) und Ewald Werner (Vortragender) bei der ESOMAT 2006.

Fig. 97: Werner Theisen (Chairman) and Ewald Werner (Speaker) at ESOMAT 2006.

Man kann ohne Übertreibung sagen, dass die Tagung ein großer wissenschaftlicher Erfolg war. Auch das Begleitprogramm der ESOMAT 2006 wies eine Reihe spektakulärer Höhepunkte auf. Dazu gehörte ein Besuch der Projekte des SFB459, eine Konferenzparty in der neuen Mensa der Ruhr-Universität, ein Besuch des MPI für Eisenforschung in Düsseldorf und eine sechsstündige Schifffahrt auf dem Rhein, von Koblenz bis Rüdesheim.

It would certainly be no exaggeration to say that the symposium was a great scientific success. The accompanying programme of the ESOMAT 2006 was also studded with a series of spectacular highlights. These included a visit to view a number of SFB459 projects, a conference party held at the Ruhr-Universität Bochum, a trip to the Max Planck Institute of Iron Research in Düsseldorf and a six-hour boat trip down the Rhine, from Koblenz to Rüdesheim.



Bild 98: Schifffahrt auf dem Rhein. Vorne links: Eberhard Wassermann, Universität Duisburg-Essen.

Fig. 98: Boat tour on the Rhine. Front left: Eberhard Wassermann, Universität Duisburg-Essen.



Bild 99: Teilnehmer der ESOMAT 2006.
Fig. 99: Participants of ESOMAT 2006.

25. bis 27. September 2006: UFG-2006:

Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft war im Berichtszeitraum Mitglied einer von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Forschergruppe (FOR 544), die sich mit der Entwicklung materialphysikalisch begründeter Werkstoffmodelle für ultrafeinkörnige (englisch: ultra fine grained, Abkürzung: UFG) Werkstoffe befasst. Die Forschergruppe wurde von Prof. H. J. Maier von der Universität Paderborn koordiniert. Neben der Universität Paderborn und dem Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft der Ruhr-Universität Bochum nahmen auch Forscher von der RWTH Aachen, der Universität Erlangen-Nürnberg, der Universität Clausthal und vom MPIE Düsseldorf teil. Die Forschergruppe veranstaltete vom 24. bis zum 27. September 2006 eine internationale Tagung in Kloster Irsee. Kwan-Gyu Tak, der das UFG-Projekt am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft weiterführte, nachdem Aleksander Kostka an das MPIE Düsseldorf gewechselt war, arbeitete im Organisationskomitee der Tagung UFG-2006 mit. Die UFG-2006 zählte etwa 100 Teilnehmer aus der ganzen Welt. Auch der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft lieferte einen Beitrag über seine Aktivitäten, der von Aleksander Kostka präsentiert wurde.

25th to 27th September 2006: UFG-2006:

During the period covered by this report, the Chair for Materials Science and Engineering was a member of a group of researchers designated as FOR 544, which was funded by the German Research Association (DFG). This research group was concerned with the development of materials models, based upon materials physics, for ultra fine grained (UFG) materials. The research group was coordinated by Prof. H. J. Maier from the Universität Paderborn. In addition to the Universität Paderborn and the Chair for Materials Science and Engineering of the Ruhr-Universität Bochum, researchers from the RWTH Aachen, the Universität Erlangen-Nürnberg, the Universität Clausthal and the MPIE Düsseldorf also took part. The research group organized an international conference at Kloster Irsee from 24th to 27th September 2006. Kwan-Gyu Tak, who took over the day-to-day-running of our UFG project after Aleksander Kostka moved to the MPIE Düsseldorf, was a member of the organizing committee of the UFG-2006. The UFG-2006 consisted of approximately 100 participants from around the world. The Chair for Materials Science and Engineering also contributed a paper, which was presented by Aleksander Kostka.



Bild 100: Kwan-Gyu Tak (links) bei der UFG-2006.

Fig. 100: Kwan-Gyu Tak (left) at UFG-2006.

18. Oktober 2006: 5. Materialwissenschaftlicher Tag der Ruhr-Universität Bochum: Am 18. Oktober 2006 fand der 5. Materialwissenschaftliche Tag an der Ruhr-Universität Bochum statt, der von Frau Dr. C. Bock (Institut für Werkstoffe und Nanoelektronik, Fak. Elektrotechnik) und Herrn Dr.-Ing. O. Kastner (Institut für Werkstoffe, Fak. für Maschinenbau) vorbereitet wurde (Organisatoren: Prof. Dr. M. Muhler (Chemie), Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler und Dr.-Ing. O. Kastner (Maschinenbau), Prof. Dr.-Ing. U. Kunze und Dr.-Ing. C. Bock (Elektrotechnik) und Prof. Dr. H. Zabel (Physik)). Der Materialwissenschaftliche Tag wurde vom Prorektor für Forschung, Prof. Dr. E. Weiler, eröffnet. Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler gab dann eine Übersicht über die materialwissenschaftlichen Aktivitäten an der Ruhr-Universität Bochum.

Es folgten vier Fachvorträge: Dr.-Ing. O. Kastner: *Atomistische Betrachtungen zur martensitischen Umwandlung*; Dr. Y. Wang: *Heterogene Katalyse an ZnO: vom idealen zum realen System*; Dr. Th. Eimüller: *Magnetische Mikroskopie mit Röntgenstrahlen und Femtosekundenlasern*; Dr.-Ing. C. Bock: *Organische Feldeffekttransistoren*. Nach einer Kaffeepause fand eine Postershow statt, wo die besten Poster prämiert wurden.

18th October 2006: 5th Materials Day of the Ruhr-Universität Bochum: On 18th October 2006, the 5th Materials Day took place at the Ruhr-Universität Bochum. This event was prepared by Dr. C. Bock (Institute for Materials and Nanoelectronics, Faculty of Electrical Engineering) and Dr. O. Kastner (Institute for Materials, Faculty of Mechanical Engineering). The organisers were Prof. Dr. M. Muhler (chemistry), Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler and Dr.-Ing. O. Kastner (mechanical engineering), Prof. Dr.-Ing. U. Kunze and Dr.-Ing. C. Bock (electrical engineering) and Prof. Dr. H. Zabel (physics). Prorektor Prof. Dr. E. Weiler opened the Materials Science Day. G. Eggeler then gave an overview of the activities taking place in Materials Science at the Ruhr-Universität Bochum.

This was followed by four lectures: Dr.-Ing. O. Kastner: Atomistic aspects of martensitic transformations; Dr. Y. Wang: Heterogeneous catalysis on ZnO: from an ideal to a real system; Dr. Th. Eimüller: Magnetic microscopy with X-rays and femto-second lasers; Dr.-Ing. C. Bock: Organic field effect transistors. After a coffee break a poster show was held and the best poster was awarded a prize.



Bild 101: Oliver Kastner (Mitte) beim 5. Materialwissenschaftlichen Tag der Ruhr-Universität Bochum.

Fig. 101: Oliver Kastner (middle) at the 5th Materials Day of the Ruhr-Universität Bochum.



Bild 102: Postersession beim 5. Materialwissenschaftlichen Tag der Ruhr-Universität Bochum.

Fig. 102: Poster session during the 5th Materials Day of the Ruhr-Universität Bochum.



Bild 103: Doktoranden der International Max-Planck Research School SurMat beim 5. Materialwissenschaftlichen Tag.

Fig. 103: Students of the International Max-Planck Research School SurMat participate in the 5th Materials Day of the Ruhr-Universität Bochum.

Am 5. Materialwissenschaftlichen Tag nahmen etwa 150 Besucher teil, die sich aus auswärtigen Gästen, den Materialwissenschaftlern aus den ingenieur- und naturwissenschaftlichen Fakultäten der Ruhr-Universität und den Doktoranden der International Max Planck Research School SurMat zusammensetzten. Der 5. Materialwissenschaftliche Tag klang mit einem gemeinsamen Imbiss aus.

22. und 23. März 2007: Symposium Knowledge-Transfer Formgedächtnislegierungen Hochschule/Industrie: Das Symposium wurde vom Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft, von den Mitgliedern des SFB459 und den Mitgliedern des Industriellen Beraterkreises des SFB459 geplant und gestaltet. Zu dem Symposium wurden auch interessierte Fachleute aus der Industrie eingeladen. Ziel des Symposiums war, den Industriellen Beraterkreis über die Aktivitäten und Fortschritte des SFB459 zu unterrichten. Außerdem sollten Fachleute aus der Industrie, die Interesse an der Formgedächtnistechnik haben, die Aktivitäten des SFB459 kennen

Around 150 delegates comprising of guests from afar, materials scientists from the engineering and scientific faculties of the Ruhr-Universität and students studying for their doctorates at the International Max Planck Research School SurMat took part in the 5th Materials Science Day. The 5th Materials Science Day closed with the participants enjoying a light snack together.

22th and 23rd March 2007: Symposium Knowledge Transfer Shape Memory Alloys, University/Industry: The symposium was planned and arranged by the Chair for Materials Science and Engineering, members of SFB459 and members of the industrial advisory board of the SFB459. Experts of interest from industry were also invited to take part in the symposium. The goal of the symposium was to brief the industrial consultancy group on the activities of SFB459 and on progress made. In addition, we wanted the experts from industry with interest in shape memory technology to be made aware of the activities of the SFB459. We

lernen. Insbesondere ging es darum, Feedback aus der Praxis für die Antragstellung für die vierte Phase des SFB459 zu erhalten.

Das Symposium begann mit einem Mittagsimbiss am 22. März. In sechs Übersichtsvorträgen wurden die Ziele und die Schwerpunkte des SFB459 von Mitgliedern des SFB459 vorgestellt (G. Eggeler: Übersicht, E. Welp: Design und Anwendungen, K. Hackl: Mechanik und Modellierung, A. Ludwig: Mikrotechnik, W. Schuhmann: Korrosion und Biokompatibilität, W. Theisen: Werkstofftechnik). Im Anschluss an die Vorträge folgte eine Posterveranstaltung, bei der jedes Einzelprojekt des SFB459 seine Ergebnisse und Arbeitskonzepte vorstellte. Die Posterveranstaltung wurde für intensive Diskussionen zwischen den Mitgliedern des SFB459, den Mitgliedern des Industriellen Beraterkreises des SFB459 und den Industrieteilnehmern am Symposium genutzt. Im Anschluss an die Posterveranstaltung fand die Klausursitzung des Industriellen Beraterkreises statt, die von M. Mertmann geleitet wurde. Die Arbeiten des SFB459 wurden von diesem erweiterten Industriellen Beraterkreis beurteilt.

Am zweiten Tag des Treffens wurde zunächst über die Ergebnisse der Beraterversammlung gesprochen. Anschließend wurden drei Vorträge aus der Praxis gehalten. Dr. M. Mertmann (Fa. Memory Metalle, Weil/Rhein) gab eine Übersicht über Märkte und Marktdaten für Formgedächtnislegierungen, wobei er auch Bedarfsmeldungen weitergab und erforderliche Technologie-Entwicklungen aufzeigte. Herr Dr. H. Monstadt von der Phenox GmbH gab eine Übersicht über die Anwendung von Formgedächtnislegierungen in der Medizintechnik. Schließlich berichtete Herr Dr. R. Steegmüller von der Firma Admedes Schüssler über die Formgedächtnisaktivitäten seiner Firma in Pforzheim in den Bereichen *Stents* und *Implantate* (z. B. Herzklappen). Er unterstrich

were particularly interested in obtaining feedback from the world of industry in order to assist our application for the fourth phase of SFB459.

The symposium began with a light lunch on 22nd March. The goals and central pillars of the SFB459 were presented by members of the research group, in six outline presentations (G. Eggeler: Overview, E. Welp: Design and Applications, K. Hackl: Mechanics and Modelling, A. Ludwig: Microtechnology, W. Schuhmann: Corrosion and Bio-Compatibility, W. Theisen: Materials Technology). An exhibition of posters was viewed following the presentations; the posters depicted each individual project undertaken by SFB459, its results and working concepts. The exhibition of posters triggered in-depth discussion between the members of SFB459, the members of the industrial advisory board and the participants from industry. A closed meeting of the industrial advisory board took place after the posters were viewed, which was chaired by M. Mertmann. The work of the SFB459 was then assessed by this expanded industrial advisory board.

The second day of the symposium started with a discussion of the results arising from the meeting of the industrial advisory board. This was followed by three presentations from colleagues from industry. Dr. M. Mertmann (Memory Metalle, Weil/Rhein) outlined the markets and market data for shape memory alloys; he also passed on details of requirements as yet unfulfilled and drew attention to necessary technological developments. Dr. H. Monstadt from Phenox GmbH presented an overview of the medical applications of shape memory alloys. Finally, Dr. R. Steegmüller from Admedes Schüssler reported on the shape memory activities of his company based in Pforzheim in the fields of stents and implants (heart valves for example). He empha-

das starke Interesse der Firma Admedes Schüssler an Formgedächtnis-Vormaterial mit möglichst geringem Ermüdungspotential.

sised his company's great interest in shape memory raw material with the lowest possible potential for fatigue.



Bild 104: Teilnehmer der IBK-Sitzung in einer Vortragspause:
Prof. E. Welp im Gespräch mit Prof. G. Eggeler.

Fig. 104: Participants in the industrial consultancy group meeting during a break between presentations; Prof. E. Welp talking to Prof. G. Eggeler.

Im Anschluss an diese Vorträge teilten sich die Mitglieder des Symposiums in drei Arbeitsgruppen, in denen Ideen für Transferprojekte gesammelt und diskutiert wurden. Herr Prof. W. Predki leitete eine Arbeitsgruppe zum Thema *Aktorik*, wobei insbesondere die Bereiche *Automotive* und *Haushaltstechnik* berücksichtigt werden sollten. Herr Prof. W. Theisen leitete eine Arbeitsgruppe zum Thema *Biomedical Applications* und Juniorprof. A. Ludwig koordinierte eine dritte Arbeitsgruppe, die sich mit *Herstellung* und *Verarbeitung* befassen sollte.

Following the presentations from the industrial consultancy group, the participants of the symposium divided into three working groups to generate and discuss ideas for transfer projects. Prof. W. Predki led a working group on the subject of actuators, concentrating on the automotive and household technology fields in particular. Prof. W. Theisen led a working group on the subject of Biomedical Applications and Associate Prof. A. Ludwig coordinated the third working group which considered production and processing.

Nach etwa zweistündiger Gruppenarbeit wurde während der Mittagspause intensiv weiterdiskutiert.

After approximately two hours of group work, keen discussions continued during the lunch break.

Im Rückblick können wir festhalten, dass vier Projektideen, die aus diesen Diskussionen resultierten, erfolgreich in die vierte und letzte Förderphase des SFB459 (2009-2011) eingebracht werden konnten.

Today we are pleased to report that four of project ideas which resulted from these discussions advanced were included in the fourth and final phase of the SFB459 (2009-2011).

17. Juli 2008: 6. Materialwissenschaftlicher Tag der Ruhr-Universität Bochum: Der 6. Materialwissenschaftliche Tag wurde von Dr.-Ing. O. Kastner organisiert. Die Veranstaltung stand unter dem Motto „Materialien für die Energieerzeugung der Zukunft“. Programmübersicht (alle Vorträge wurden in englischer Sprache gehalten):

G. Eggeler: Opening Address
 R. Schmid: Much ado about nothing? Shaping voids with porous metal-organic frameworks
 A. Ludwig: Development of new hydrogen storage materials by thin film and MEMS technologies
 M. Bron: The PEM fuel cell as a challenge for materials science
 C. Somsen: Microstructural investigations on high temperature materials

Im Anschluss an die vier Fachvorträge fand eine Postersession im Foyer des Audimax der Ruhr-Universität Bochum statt. Der 6. Materialwissenschaftliche Tag endete mit einem gemeinsamen Grillen.

10. September 2007: Bernhard Ilschner Memorial: Das Ehrensymposium für Herrn Prof. Bernhard Ilschner wurde im Rahmen der EUROMAT 2007 in Nürnberg abgehalten. Es wurde von Prof. Singer aus Erlangen, von Dr.-Ing. P.-P. Schepp (DGM) und von mir organisiert, gemeinsam mit weiteren Kollegen, die Prof. Ilschner nahestanden. Ich war für die Organisation des wissenschaftlichen Programms zuständig, das am Nachmittag stattfand. Am Abend schloss sich ein Abendessen mit Vorträgen im Deutschen Museum an. Auch die Familie von Herrn Ilschner, insbesondere seine Frau Erika Ilschner, nahm am Ehrensymposium teil. Wissenschaftliches Programm (alle Vorträge wurden in englischer Sprache gehalten):

17th July 2008: 6th Materials Day of the Ruhr University Bochum: Dr.-Ing. O. Kastner organised the 6th Materials Day of the Ruhr University Bochum. The event was entitled "Materials for Energy Generation of the Future". An overview of the programme is given below:

*G. Eggeler: Opening Address
 R. Schmid: Much ado about nothing? Shaping voids with porous metal-organic frameworks
 A. Ludwig: Development of new hydrogen storage materials by thin film and MEMS technologies
 M. Bron: The PEM fuel cell as a challenge for materials science
 C. Somsen: Microstructural investigations on high temperature materials*

The four presentations were followed by a poster session in the foyer of the main auditorium of the Ruhr-Universität Bochum. The 6th Materials Day concluded with a relaxing BBQ evening.

10th September 2007: Bernhard Ilschner Memorial: The honorary symposium in memory of Prof. Bernhard Ilschner was held in Nuremberg, during the course of EUROMAT 2007. It was jointly organised by Prof. Singer from Erlangen, Dr.-Ing. P.-P. Schepp (DGM) and myself, together with other colleagues who were close to Professor Ilschner. I was responsible for organizing the scientific program, which was held in the afternoon. A dinner held in the Deutsches Museum followed in the evening, which was enlivened by presentations. Members of Mr Ilschner's family, in particular his wife Erika Ilschner, also took part in the honorary symposium. Scientific Program:

Session 1 (Chair: Pedro Portella, BAM):

W. Blum (Erlangen): Plasticity and microstructure of crystalline Materials

H. Mughrabi (Erlangen): Some microstructural aspects of high temperature deformation of single crystal Ni-base Superalloys

W. Kurz (Lausanne): High strength wires for the piano sound

L.Remy (Paris), F. Rezai-Aria (Albi): Thermal fatigue of metallic alloys

K.A. Padmanaban (Chennai): Superplasticity in intermetallics

Session 2 (Chair: William D. Nix, Stanford):

A.Mocellin (Plappeville, F): Creep of ceramics: a recollection

R.F.Singer (Erlangen): Casting with liquid metal cooling: single crystal turbine blades with decreased cost and improved properties

J.Haußelt (Karlsruhe): Ceramics in microtechnology – materials, processes and applications

J.C.Earthman (Irvine, CA, USA): Diamond stabilized nanocrystalline aluminium

G.Eggeler (Bochum): On the contribution of carbides and micro grain boundaries to the creep strength of tempered martensite ferritic steels

17. bis 25. Mai 2008, IdeenPark: Der IdeenPark ist eine Technik-Erlebniswelt, die sich vor allem an Jugendliche, Familien und Schüler wendet. Der IdeenPark 2008 fand vom 17. bis 25. Mai mit tatkräftiger Unterstützung des Landes Baden-Württemberg und mehr als 120 Partnerorganisationen in der Messe Stuttgart

Session 1 (Chair: Pedro Portella, BAM):

W. Blum (Erlangen): Plasticity and microstructure of crystalline Materials

H. Mughrabi (Erlangen): Some microstructural aspects of high temperature deformation of single crystal Ni-base Superalloys

W. Kurz (Lausanne): High strength wires for the piano sound

L.Remy (Paris), F. Rezai-Aria (Albi): Thermal fatigue of metallic alloys

K.A. Padmanaban (Chennai): Superplasticity in intermetallics

Session 2 (Chair: William D. Nix, Stanford):

A.Mocellin (Plappeville, F): Creep of ceramics: a recollection

R.F.Singer (Erlangen): Casting with liquid metal cooling: single crystal turbine blades with decreased cost and improved properties

J.Haußelt (Karlsruhe): Ceramics in microtechnology – materials, processes and applications

J.C.Earthman (Irvine, CA, USA): Diamond stabilized nanocrystalline aluminium

G.Eggeler (Bochum): On the contribution of carbides and micro grain boundaries to the creep strength of tempered martensite ferritic steels

17th to 25th May 2008, Idea Park: The Idea Park was a world full of technological experiences aimed at young people, families and school children. The Idea Park 2008 took place at the Stuttgart trade show grounds from 17th to 25th May, with the vigorous support of the State of Baden-Württemberg and over 120 partner

statt. Der Eintritt in den IdeenPark war kostenlos, um möglichst vielen Familien und Jugendgruppen den Besuch zu ermöglichen. Im IdeenPark waren auf über 40.000 m² neue Ideen und technische Erfindungen zu entdecken, man erhielt Anregungen für die eigene Berufswahl oder wurde motiviert, selbst neue Ideen zu entwickeln. Im Mittelpunkt stand der intensive Dialog mit den Menschen, die Technik erschaffen. Rund 500 Ingenieure, Forscher, Tüftler und Studenten zeigten anhand von mehr als 200 Exponaten, wie Innovationen entstehen. Darüber hinaus erwarteten die Gäste eine abwechslungsreiche Welt des Lernens mit Experimenten für Jung und Alt.

organisations. Entrance to the Idea Park was free in order to attract as many families and groups of young people as possible. A multitude of new ideas and technical accomplishments were waiting to be discovered, presented in a vast area of 40,000 square meters; visitors could obtain advice on a choice of career or were motivated to develop ideas of their own. Intense dialogue with the people that create technology was the focus of the event. Around 500 engineers, researchers, inventors and students were at hand to demonstrate how innovations come about, with the aid of over 200 exhibits. In addition, visitors were entertained by the diverse world of learning, including experiments for both young and old.



Bild 105: Deniz Kurumlu zeigt Kindern, wie man ein Formgedächtnisteil herstellt (IdeenPark, Messe Stuttgart, Mai 2008). Unter den interessierten Zuschauern: Bundesministerin für Bildung und Forschung Annette Schavan und Dr. Ekkehard Schulz, Vorstandsvorsitzender von ThyssenKrupp.

Fig. 105: Deniz Kurumlu shows school children how to make a shape memory actuator (IdeenPark, Messe Stuttgart, May 2008).

Der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft war am IdeenPark mit einem Stand beteiligt, an dem sich Schülerinnen und Schüler ihr eigenes Formgedächtnisteil bauen konnten. Hierzu wurden Drähte in eine gewünschte Form gebracht (z. B. den Anfangsbuchstaben des Namens) und wärmebehandelt. Im Anschluss zeigen sie den Einwegeffekt: Nach scheinbar irreversibler Verformung erinnern sich diese Materialien an ihre Form und kehren bei Erhitzen in ihren Ausgangszustand zurück. Dieser Effekt übt eine enorme Faszination aus, und entsprechend wurde der Stand des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft, der durchweg mit drei Mitarbeitern besetzt war, von vielen Tausend Gästen des IdeenParks besucht.

6. Juni 2008: Eröffnungsveranstaltung

ICAMS: Nachdem die vertraglichen Vereinbarungen zwischen den Förderern des neuen Modellierungsinstituts ICAMS und der Ruhr-Universität Bochum abgeschlossen waren und nachdem die drei neuen ICAMS-Professoren berufen waren, fand eine feierliche Eröffnung des neuen Modellierungsinstituts statt. Die Veranstaltung stieß auf starkes öffentliches Interesse. Programm:

Begrüßung - Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler

Podiumsdiskussion - Thema: *Innovationsmotor Werkstoff-Forschung: ICAMS an der Ruhr-Universität Bochum* - Prof. Dr. Andreas Pinkwart, Minister für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie NRW, Dr. Karl-Ulrich Köhler, Vorstandsvorsitzender ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg, Prof. Dr. Elmar Weiler, Rektor der Ruhr-Universität Bochum, Moderation: Prof. Dr. Martin Stratmann, Max-Planck-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf.

Eröffnungsvortrag: *Vom Atom zum Werkstoff: Materialdesign am Computer*, Prof. Dr. Ralf Drautz, Gründungsdirektor von ICAMS

Our Chair for Materials Science and Engineering had a stand at the Idea Park offering school children the opportunity to make their own piece of shape memory technology. Wires were bent into the desired shape (the initial of the child's name for example) and treated with a source of heat. Then the one-way effect was demonstrated – after being seemingly irreversibly distorted, the material “remembered” its original shape and returned to its original condition after being heated with a hair dryer. This effect was the source of great fascination to the crowds and the Chair for Materials Science and Engineering's stand, manned by three members of staff, was the target of many thousands of visitors to the Idea Park.

6th June 2008: ICAMS Opening Ceremony:

After the contracts between the sponsors of the new ICAMS Modelling Institute and the Ruhr-Universität Bochum had been concluded and after the three new ICAMS professors had been appointed, the new Modelling Institute was ceremonially opened. The opening event was the subject of a great deal of public interest. An overview of the programme is given below.

Words of Welcome - Prof. Dr.-Ing. G. Eggeler

Panel Discussion - Subject: Materials Research as a Driver of Innovation: ICAMS at the Ruhr-Universität Bochum - Prof. Dr. Andreas Pinkwart, Minister for Innovation, Science, Research and Technology NRW, Dr. Karl-Ulrich Köhler, Managing Director ThyssenKrupp Steel AG, Duisburg, Prof. Dr. Elmar Weiler, Vice-Chancellor of the Ruhr-Universität Bochum. Moderation: Prof. Dr. Martin Stratmann, Max Planck Institute for Iron Research, Düsseldorf.

Opening Presentation: From the Atom to Engineering Materials: Materials Design on the Computer, Prof. Dr. Ralf Drautz, Founding Director of ICAMS.



Bild 106: Begrüßung der Gäste bei der Eröffnungsveranstaltung von ICAMS. Von links nach rechts: G. Eggeler (RUB), M. Stratmann (MPIE), Minister A. Pinkwart (NRW), K.-U. Köhler (ThyssenKrupp Steel), Rektor E. Weiler (RUB).

Fig. 106: Welcome address of G. Eggeler (RUB) at the opening ceremony of ICAMS.

29. und 30. Mai 2008: MMC-Kolloquium: Bereits zum zweiten Mal fand der *Werkstofftag Metallmatrix-Verbundwerkstoffe* statt, den das Institut für Werkstoffkunde I des KIT, das Institut für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum und das Laboratoire der Métallurgie Mécanique der EPFL, Schweiz, gemeinsam veranstalten. Gastgeber war diesmal Prof. Dr. rer. nat. Alexander Wanner. Am Vorabend traf man sich zu einem gemeinsamen Abendessen in einem Biergarten der Karlsruher Innenstadt.

Das Symposium fand im Dekanatssaal der Fakultät für Maschinenbau des KIT statt und war wie folgt gegliedert:

29th and 30th May 2008: MMC Symposium: Materials Day, Metal Matrix Composite Materials was held for the second time, jointly organized by the Institute for Materials I of the KIT, the Institute for Materials of the Ruhr-Universität Bochum and the Laboratoire of the Métallurgie Mécanique of the EPFL, Switzerland. The host at this event was Prof. Dr. rer. nat. Alexander Wanner. The participants met the previous evening and ate together in a beer garden in the centre of Karlsruhe.

The symposium took place in the Deanery Hall of the Faculty of Mechanical Engineering at the KIT and was organised as follows:



Bild 107: Vorabend des Karlsruher MMC Kolloquiums.

Fig. 107: Evening before the MMC symposium in Karlsruhe.

Alexander Wanner (KIT): Begrüßung und Einführung

Gunther Eggeler (RUB): Neue experimentelle Ergebnisse zum Kriechen kurzfaserverstärkter Verbundwerkstoffe.

Guillermo Carlos Requena (TU Wien): Kriechbeständigkeit von kurzfaserverstärktem Aluminium.

Marcus Young (RUB): Detection of load partitioning in metal matrix composites using high energy X-rays.

Gerardo Garces (Centro Nacional de Investigaciones Metalurgicas, Madrid): The use of neutron diffraction for the understanding of load transfer in short-fibre reinforced metal matrix composites.

Ludger Weber (EPF Lausanne): Metall-Matrix-Verbundwerkstoffe mit hoher thermischer Leitfähigkeit und einstellbarem thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

Kay A. Weidemann (KIT): Mechanische Eigenschaften von Diamant/Metall-Verbundwerkstoffen.

Andreas Rossol (EPF Lausanne): Mechanische Eigenschaften von teilchenverstärkten Metallmatrix-Verbundwerkstoffen mit hohem keramischen Anteil.



Bild 108: Prof. Biermann (Freiberg) am Karlsruhe MMC Symposium.

Fig. 108: Horst Biermann presenting at the MMC Symposium in Karlsruhe.

Alexander Wanner (KIT): Words of Welcome and Introduction.

Gunther Eggeler (RUB): New experimental results on the creep of short fibre reinforced composite materials.

Guillermo Carlos Requena (TU Vienna): Creep resistance of short fibre reinforced aluminium.

Marcus Young (RUB): Detection of load partitioning in metal matrix composites using high energy X-rays.

Gerardo Garces (Centro Nacional de Investigaciones Metalurgicas, Madrid): The use of neutron diffraction for the understanding of load transfer in short-fibre reinforced metal matrix composites.

Ludger Weber (EPF Lausanne): Metal matrix composite materials with high thermal conductivity and adjustable thermal coefficients of expansion.

Kay A. Weidemann (KIT): Mechanical characteristics of diamond/metal composite materials.

Andreas Rossol (EPF Lausanne): Mechanical characteristics of particle reinforced metal matrix composite materials with a large ceramic component.

Horst Biermann (Bergakademie Freiberg):
TRIP-Matrix Komposite.

Horst Biermann (Bergakademie Freiberg): TRIP-Matrix Composites.

Alexander Wanner (KIT Karlsruhe): Kolonieverhalten und Koloniewechselwirkung in Metall-Keramik-Verbundwerkstoffen.

Alexander Wanner (KIT Karlsruhe): Colony behaviour and colony interaction in metal-ceramic composite materials.



Bild 109: Teilnehmer des Karlsruhe MMC Symposiums.
Fig. 109: Participants of the MMC Symposium in Karlsruhe.

In den Pausen diskutierten die Teilnehmer des MMC-Kolloquiums intensiv. Zum Abschluss der Veranstaltung fasste G. Eggeler noch einmal die wesentlichen Gesichtspunkte zusammen. Es gehört zum Charakter der Veranstaltung, dass alle Vortragenden ihre Vortragsfolien den Teilnehmern der Veranstaltung zur Verfügung stellen. A. Wanner versorgte im Anschluss an die Veranstaltung alle Teilnehmer mit einer CD, die die Vortragsfolien und Bilder zur Veranstaltung enthielt.

During the breaks, the participants at the MMC symposium continued their intense discussions. At the conclusion of the event, G. Eggeler summed up the most important points of view. It is customary at this event that all of the speakers make their presentation slides available to the participants of the symposium. A. Wanner provided all of the participants with a CD containing the presentation slides and pictures at the end of the symposium.

09. Januar 2009: Verleihung der Ehrendoktorwürde an Prof. i. R. Dr. Haël Mughrabi: Aus mehreren Gründen hat die Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum Haël Mughrabi die Ehrendoktorwürde verliehen: Allen voran sind es Prof. Mughrabis wissen-

9th January 2009: Conferral of Honorary Doctorate upon Prof. i. R. Dr. Haël Mughrabi: The Faculty of Mechanical Engineering at the Ruhr-Universität Bochum had a number of reasons for bestowing upon Haël Mughrabi an honorary doctorate: first and foremost, Prof.

schaftliche Leistungen auf dem Gebiet des Zusammenhangs zwischen dem Aufbau und den mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen. Aber auch außerhalb von Forschung und Lehre hat er viel bewirkt. Mit der Ehrenpromotion würdigt die Bochumer Fakultät ebenso seine Förderung des internationalen wissenschaftlichen Dialogs und seinen Einsatz für den Nachwuchs.

Mughrabi's scientific achievements in the field of the relationships between the microstructure and the mechanical properties of materials; he has also achieved a great deal outside the boundaries of research and teaching. The Bochum Faculty acknowledges and salutes both his promotion of international scientific dialogue and his work in support of upcoming young scientists.



Bild 110: Haël und Sybille Mughrabi anlässlich der Verleihung der Ehrendoktorwürde der Ruhr-Universität Bochum an Haël Mughrabi.

Fig. 110: Haël and Sybille Mughrabi at the ceremony of the conferral of the title of honorary doctor.

Die Festveranstaltung fand im Veranstaltungszentrum der Ruhr-Universität Bochum statt und wurde von einem Streichquartett des Musikischen Zentrums der Ruhr-Universität Bochum feierlich untermalt:

Musikalischer Auftakt (Wolfgang Amadeus Mozart, Divertimento in D-Dur, KV 136, 1. Satz: Allegro).

Eröffnung und Begrüßung, Prof. Dr.-Ing. Horst Meier, Dekan der Fakultät für Maschinenbau, Ruhr-Universität Bochum.

Grüßwort, Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz, Prorektor für Forschung und Wissenstransfer, Ruhr-Universität Bochum.

The ceremony took place in the convention centre of the Ruhr-Universität Bochum and was accompanied by a string quartet from the Music Centre of the Ruhr-Universität Bochum.

Musical prelude (Wolfgang Amadeus Mozart, Divertimento in D major, KV 136, first movement: allegro).

Words of welcome and opening comments, Prof. Dr.-Ing. Horst Meier, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering, Ruhr-Universität Bochum.

Greetings, Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz, Prorektor for Research and Knowledge Transfer, Ruhr-Universität Bochum.

Laudatio: Haël Mughrabi - Forschung und Lehre zu Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften von Werkstoffen, Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Ruhr-Universität Bochum.

Musikalisches Zwischenspiel (Alexander Glasunow, 5 Noveletten, op. 15, 2. Satz: Orientale).

Verleihung der Würde eines Ehrendoktors an Herrn Prof. em. Dr. rer. nat. Haël Mughrabi durch den Dekan der Fakultät für Maschinenbau.

Festvortrag: Mechanismen der Ermüdungsschädigung bei sehr hohen Zyklenzahlen unterhalb der klassischen Dauerschwingfestigkeit, Prof. i.R. Dr. rer. nat. Haël Mughrabi, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Musikalischer Ausklang (Wolfgang Amadeus Mozart, Streichquartett in G-Dur, KV 80, 4. Satz: Rondo sowie Steve Wonder, Arr. Jörg Widmoser, Sir Duke).

Im Anschluss an den Festakt fand zunächst ein Empfang im Foyer des Veranstaltungszentrums statt. Der Festtag klang mit einem Abendessen im Internationalen Begegnungszentrum Beckmannshof aus. Alte Bekannte und Gäste tauschten bei dieser Gelegenheit Erinnerungen und Neuigkeiten aus.

20.-24. April 2009: Hannover-Messe: In der vierten Förderphase des SFB459 leitete Dr.-Ing. Matthias Frotscher den Transferbereich, der vier Forschungsprojekte mit Beteiligung von Industriepartnern beinhaltet. In seiner Eigenschaft als Sprecher des Transferbereichs war Herr Frotscher auch für Öffentlichkeitsarbeit zuständig. Dazu gehörte die Präsentation der Ergebnisse des SFB459 auf der Hannover-Messe. Bei der Präsentation der Arbeiten des SFB459 halfen ihm wissenschaftliche Mitarbeiter aus allen Teilprojekten des SFB459.

Der Stand des SFB459 war in den Gemeinschaftsstand „Adaptronik“ der Fraun-

Eulogy: Haël Mughrabi – Research and Teaching on the Microstructure and Mechanical Characteristics of Materials, Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Ruhr-Universität Bochum.

Musical interlude (Alexander Glasunow, 5 novelettes, op. 15, second movement: Oriental).

Conferral of the title of honorary doctor upon Prof. em. Dr. rer. nat. Haël Mughrabi by the Dean of the Faculty of Mechanical Engineering.

Lecture: Mechanisms of Fatigue Damage at Very Large Numbers of Cycles beneath the Classic Fatigue Strength, Prof. Dr. i.R. rer. nat. Haël Mughrabi, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.

Musical Finale (Wolfgang Amadeus Mozart, string quartet in G major, KV 80, fourth movement: Rondo and Steve Wonder, Arr. Jörg Widmoser, Sir Duke).

Following the ceremony a reception was held in the foyer of the convention centre. This most memorable day concluded with an evening meal at the Beckmannshof International Meeting Centre; old acquaintances and guests took the opportunity to exchange their news and memories.

20th to 24th April 2009: Hanover Industrial Fair: *During the fourth phase of SFB459 Dr.-Ing. Matthias Frotscher was the head of the transfer section which encompassed four research projects with participation by partners in industry. In his capacity as speaker of the transfer section, Mr. Frotscher was also responsible for public relations, part of which was the presentation of results of SFB459 at the Hanover Industrial Fair. He was assisted in the presentation of the work of SFB459 by scientific members of staff from all SFB459 projects.*

The SFB459 stand was integrated into the joint stand “Adaptronics” organized by

hofer-Institute im Themenbereich Forschung & Entwicklung integriert. Im Zentrum des Standes des SFB459 stand der Wissenstransfer, die Überleitung der erarbeiteten Forschungsergebnisse in praktische Anwendungen und marktfähige Produkte. Die faszinierenden Eigenschaften der Formgedächtniswerkstoffe konnten auf der Hannover-Messe mit 200.000 Besuchern einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt werden. Der Stand des SFB459 fand auf der Hannover-Messe 2009 eine sehr gute Resonanz. Deshalb wurde beschlossen, auch im Jahr 2010 wieder teilzunehmen.

Fraunhofer Institutes, in the topical field research and development. The focus of the work at the SFB459 stand was knowledge transfer and the transformation of the research results into practical applications and marketable products. At the Hanover Industrial Fair with its 200,000 visitors, the fascinating characteristics of shape memory materials were able to be presented to a broad public. The SFB459 stand at the Hanover Industrial Fair 2009 proved to be extremely popular and based upon this, it was decided to exhibit again in 2010.



Bild 111: Matthias Frotscher mit Tobias Simon und Frederik Otto am Messestand des SFB459 auf der Hannover-Messe 2009.

Fig. 111: Matthias Frotscher with Tobias Simon and Frederik Otto at the SFB459 stand at the Hanover Industrial Fair 2009.

24./25. September 2009: Kolloquium des Instituts für Werkstoffe zu mechanischen Eigenschaften von Hochtemperaturschutzschichten: Gemeinsam mit Frau Prof. M. Bartsch/DLR Köln, die kurz zuvor als apl. Professorin an das Institut für Werkstoffe berufen worden war, organisierte Herr PD Dr. N. Zotov ein eintägiges Workshop zum Thema *Hochtemperaturschutzschichten*. In die Organisation

24th and 25th September 2009: Institute for Materials Symposium on the Mechanical Characteristics of High Temperature Protective Coatings: Dr. N. Zotov organised a one day workshop on high temperature protective coatings together with Prof. M. Bartsch/DLR Cologne; she had been associated with the Institute for Materials shortly before through an apl professorship. Prof.

war auch Frau Prof. A. Karlsson von der University of Delaware eingebunden, die mit M. Bartsch (DLR) und G. Eggeler (RUB) ein gemeinsames NSF-DFG-Forschungsprojekt mit dem Titel „Interaction of time- and load dependent degradation of high temperature coatings“ leitet.

Das Treffen begann im Veranstaltungsraum IAN0018 (über den Werkshallen der Ingenieur fakultäten der RUB) mit einem gemütlichen Beisammensein am Vorabend, den 24. September, im *Cafe Zentral* in der Stadtmitte Bochums.

Fast alle deutschen Forschungsstellen, die sich mit Hochtemperaturschutzschichten befassen, waren am Kolloquium vertreten. Am Vormittag wurden folgende Vorträge (in englischer Sprache) gehalten:

G. Eggeler (RUB): Begrüßung an der Ruhr-Universität Bochum und Einführung.

C. Pfeiffer (Uni Erlangen), E. Affeldt (MTU München), M. Göken (Uni Erlangen): Mechanical properties of Yttria-stabilized Zirconia TBCs deposited by electron-beam enhanced PVD.

N. Zotov (RUB), M. Bartsch (DLR): Nanoindentation of TBCs – unexpected results.

J. Malzbender, R.W. Steinbrech (FZ Jülich): Thermomechanical testing of plasma-sprayed thermal barrier coatings.

T. Beck, R.W. Steinbrech, L. Singheiser (FZ Jülich): Damage evolution and life prediction of plasma sprayed TBC systems under isothermal and thermocyclic loading.

A.M. Karlsson (University of Delaware): Assessing surface rumpling of bond coats in TBCs via mechanical-based models.

A. Karlsson from the University of Delaware was also involved in the organisation of the workshop; together with M. Bartsch (DLR) and G. Eggeler (RUB), she headed a joint NSF-DFG research project entitled “Interaction of time- and load dependent degradation of high temperature coatings”.

The workshop, which took place in the meeting room IAN0018 (above the halls of the engineering faculties at the RUB), began with a convivial get-together on the evening of 24th September in Cafe Zentral in central Bochum.

Nearly all of the German research establishments which are concerned with high temperature protective coatings were represented at the symposium. The following presentations were delivered during the morning:

G. Eggeler (RUB): Words of welcome to the Ruhr-Universität Bochum and introduction.

C. Pfeiffer (Uni Erlangen), E. Affeldt (MTU Munich), M. Göken (Uni Erlangen): Mechanical properties of Yttria-stabilized Zirconia TBCs deposited by electron-beam enhanced PVD.

N. Zotov (RUB), M. Bartsch (DLR): Nanoindentation of TBCs – unexpected results.

J. Malzbender, R.W. Steinbrech (FZ Jülich): Thermomechanical testing of plasma-sprayed thermal barrier coatings.

T. Beck, R.W. Steinbrech, L. Singheiser (FZ Jülich): Damage evolution and life prediction of plasma sprayed TBC systems under isothermal and thermocyclic loading.

A.M. Karlsson (University of Delaware): Assessing surface rumpling of bond coats in TBCs via mechanical-based models.

J. Xu (Rolls-Royce Deutschland, Dahlewitz): Life prediction of an EB-PVD TBC system based on remaining adhesion strength measured by spin testing.

J. Xu (Rolls-Royce Germany, Dahlewitz): Life prediction of an EB-PVD TBC system based on remaining adhesion strength measured by spin testing.



Bild 112: Sven Hamann (vom Lehrstuhl für Mikrotechnik) und Nikolay Zotov (Organisator des Schutzschichtsymposiums) auf der Institutsweihnachtsfeier 2009.

Fig. 112: Sven Hamann (from the Chair for Microtechnology) and Nikolay Zotov (organiser of the Protective Coatings Symposium) at the Institute's Christmas Party 2009.

In der Kaffee- und Mittagspause gab es reichlich Gelegenheit zu Diskussionen, die von den Teilnehmern des Symposiums intensiv genutzt wurde. Das Programm des Nachmittags bestand aus folgenden Beiträgen:

There were ample opportunities for discussions during the coffee and lunch breaks, which the participants in the symposium used most intensely, to good effect. The afternoon programme consisted of the following contributions:

R. Vaßen, D.E. Mack, D. Stöver (FZ Jülich): Lifetime of plasma sprayed thermal barrier coating systems in burner rig tests.

R. Vaßen, D.E. Mack, D. Stöver (FZ Jülich): Lifetime of plasma sprayed thermal barrier coating systems in burner rig tests.

M. Hernandez, A.M. Karlsson (beide: University of Delaware), M. Bartsch (DLR): The effects of non-linear and time dependent material properties on the evolution of cracks in TBCs.

M. Hernandez, A.M. Karlsson (both from the University of Delaware), M. Bartsch (DLR): The effects of non-linear and time dependent material properties on the evolution of cracks in TBCs.

P. Seiler, M. Bäker, T. Beck, M. Schweda, J. Rösler (TU Braunschweig): FEM simulation of TBC failure in a model system.

P. Seiler, M. Bäker, T. Beck, M. Schweda, J. Rösler (TU Braunschweig): FEM simulation of TBC failure in a model system.

M. Bartsch (DLR), J. Yan, A.M. Karlsson (University of Delaware): Crack nucleation and growth during thermal fatigue of TBCs.

M. Bartsch (DLR), J. Yan, A.M. Karlsson (University of Delaware): Crack nucleation and growth during thermal fatigue of TBCs.

Am Schluss des Vortragsprogramms leitete Frau Prof. Bartsch eine Diskussion, bei der alle Symposiumsteilnehmer Fragen zum aktuellen und zukünftigen Forschungsbedarf erörterten. Abschließend bestand noch die Gelegenheit, die experimentellen Einrichtungen des Instituts für Werkstoffe der Ruhr-Universität Bochum zu besichtigen.

25./26. Februar 2010: BOKOMAT 2010 – 4. Bochumer Kolloquium zu Martensitischen Transformationen: Das 4. Bochumer Kolloquium zu Martensitischen Transformationen (BOKOMAT 2010) wurde in enger Anlehnung an Forschungsarbeiten des Sonderforschungsbereichs 459 von Matthias Frotscher, dem Sprecher des Transferbereichs des SFB459, organisiert.

Die Veranstaltung begann mit einem gemütlichen Beisammensein am Vorabend in der Versuchshalle des Instituts für Werkstoffe, wo Prof. Erhard Hornbogen einen sehr interessanten und engagierten Vortrag zur Geschichte der Martensitforschung hielt.

At the conclusion of the programme of presentations, Prof. Bartsch led a discussion in which all of the symposium participants posed questions on current and future research requirements. Finally, participants were offered the opportunity to view the experimental facilities of the Institute for Materials at the Ruhr-Universität Bochum.

25th and 26th February 2010: BOKOMAT 2010 – 4th Bochum Symposium on Martensitic Transformations: *The 4th Bochum Symposium on Martensitic Transformations (BOKOMAT 2010) was organised by Matthias Frotscher, the speaker of the transfer section of SFB459 and closely followed the research work carried out in the collaborative research centre SFB459.*

The event began with a relaxed get-together the evening of the 25th in the experimental hall of the Institute for Materials, where Prof. Erhard Hornbogen gave a most interesting and engaging lecture on the history of research on martensite.



Bild 113: Michael Humburg (Fa. Eberspächer) und Matthias Frotscher auf der BOKOMAT 2010.

Fig. 113: Michael Humburg (Eberspächer Company) and Matthias Frotscher at BOKOMAT 2010.

Zur BOKOMAT 2010 waren 80 externe Teilnehmer aus 7 Forschungseinrichtungen und 14 Industrieunternehmen gekommen. Außerdem nahmen alle Mitglieder und Mitarbeiter des SFB459 an der Veranstaltung teil. Im Mittelpunkt der Veranstaltung standen die Forschungsziele des Transfer-Bereichs des SFB459. Neueste Erkenntnisse aus der Formgedächtnistechnik wurden anhand von Vorträgen aus Wissenschaft und Industrie vorgestellt. Die Vorträge wurden im Horst-Görtz-Saal des Zentrums für IT-Sicherheit der Ruhr-Universität Bochum gehalten:

G. Eggeler, RUB: Begrüßung und Informationen zum SFB459 in der 4. Förderphase.

M. Mertmann, Memry GmbH, Weil am Rhein: Marktübersicht und Marktprognose für Formgedächtnislegierungen.

H. P. Buchkremer, D. Stöver, M. Bram, FZ Jülich: Großserientaugliche Herstellung von Funktionsbauteilen aus NiTi-X Legierungspulvern durch Metal Injection Moulding.

The BOKOMAT 2010 was attended by 80 external participants from 7 research establishments and 14 industrial enterprises. In addition, all of the members and staff of SFB459 took part in the symposium. The symposium focused on the research goals of the SFB459 transfer section. The latest insights into shape memory technology were presented in papers from the scientific community and from industry. The following presentations were delivered in the Horst Görtz Hall of the Centre for IT Security at the Ruhr-Universität Bochum.

G. Eggeler, RUB: Words of welcome and information on the fourth funding phase of the SFB459.

M. Mertmann, Memry GmbH, Weil am Rhein: Market overview and market prognosis for shape memory alloys.

H. P. Buchkremer, D. Stöver, M. Bram, FZ Jülich: Functional components made by metal injection moulding of NiTi-X alloy powders, capable of production in large series.



Bild 114: Hans Peter Buchkremer, Michael Pohl und Detlev Stöver auf der BOKOMAT 2010.

Fig. 114: Hans Peter Buchkremer, Michael Pohl und Detlev Stöver at BOKOMAT 2010.

H. Monstadt, Phenox GmbH: NiTi-FGL Anwendungen in der neurovaskulären Medizintechnik.

W. Theisen, H. Gugel, Institut für Werkstoffe, RUB: Herstellung und Eigenschaften von Fügeverbindungen in medizinisch-technischen Komponenten.

M. Wohlschlögel, Admedes Schüssler GmbH, Pforzheim: Neue Trends bei medizinischen NiTi-Implantaten und Anforderungen an die Produktion.

J. Ulmer, Rau Euroflex, Pforzheim: Neue Entwicklungen bei Shape-Memory-Legierungen für die Medizintechnik und Anforderungen an die Halbzeuge.

M. Frotscher, J. Frenzel, Institut für Werkstoffe, RUB: Einfluss von Herstellungsverfahren und -parametern auf die Ermüdungslebensdauer pseudoelastischer Formgedächtnislegierungen.

H. Monstadt, Phenox GmbH: NiTi-FGL applications in neuro-vascular medical technology.

W. Theisen, H. Gugel, Institute for Materials, RUB: Production and characteristics of joints in medical components.

M. Wohlschlögel, Admedes Schüssler GmbH, Pforzheim: New trends in medical NiTi implants and demands placed on production.

J. Ulmer, Rau Euroflex, Pforzheim: New developments in shape memory alloys for the medical field and demands placed upon the semi-finished components.

M. Frotscher, J. Frenzel, Institute for Materials, RUB: Influence of production processes and parameters on the fatigue service life of pseudo-elastic shape memory alloys.



Bild 115: Podiumsdiskussion bei der BOKOMAT 2010, links: Werner Theisen.

Fig. 115: Panel discussion at BOKOMAT 2010, on the left Werner Theisen.

M. Humburg, Eberspächer und Co. KG, Esslingen: Aktoranwendungen in der Automobilindustrie.

T. Sadek, S. Langbein, K. Lygin, Insitut für Product and Service Engineering, RUB: FGL-Systemintegration bei Aktoranwendungen.

M. Humburg, Eberspächer und Co. KG, Esslingen: Actuator applications in the automotive industry.

T. Sadek, S. Langbein, K. Lygin, Institute for Product and Service Engineering, RUB: FGL system integration with actuator applications.

W. Predki, D. Naro, B. Bauer, Institut für Service and Product Engineering, RUB: Formgedächtnislegierungen in der Antriebstechnik.

Am Ende des Vormittags und am Ende der Nachmittagssitzung fand je eine Podiumsdiskussion statt.

Erste Podiumsdiskussion: Einfluss von mikrostrukturellen Parametern auf die Ermüdungseigenschaften – Schwerpunkt: nichtmetallische Einschlüsse, Podium: M. Mertmann (Leitung), M. Wohlschlägel, J. Ulmer, W. Theisen.

Zweite Podiumsdiskussion: Nicht-medizinische Anwendungen für Formgedächtnislegierungen, Podium: J. Sohn (Leitung), M. Humburg, P. Haag, W. Bühler, H. Meier, A. Ludwig, W. Predki.

W. Predki, D. Naro, B. Bauer, Institute for Service and Product Engineering, RUB: Shape memory alloys in propulsion technology.

A panel discussion was held both at the end of the morning and the afternoon sessions.

First panel discussion: Influence of microstructural parameters on fatigue characteristics – with an emphasis on non-metallic inclusions. Panel: M. Mertmann (chairman), M. Wohlschlägel, J. Ulmer, W. Theisen.

Second panel discussion: Non-medical applications of shape memory alloys. Panel: J. Sohn (chairman), M. Humburg, P. Haag, W. Bühler, H. Meier, A. Ludwig, W. Predki.



Bild 116: Zuhörer bei der BOKOMAT 2010.

Fig. 116: A section of the audience at BOKOMAT 2010.

Die BOKOMAT 2010 wurde insgesamt als eine außerordentlich erfolgreiche Veranstaltung bewertet, welche insbesondere für die Überleitung von Forschungsergebnissen aus dem SFB459 in die Praxis und für die Entwicklung neuer marktfähiger Produkte wichtige Impulse lieferte. Die Teilnehmer aus der Industrie gaben ihrer

The BOKOMAT 2010 was judged to have been an extraordinarily successful event, which delivered important impetus to both the migration of research results from SFB459 to the world of industry and for the development of new marketable products. The participants from industry expressed the hope that the BOKOMAT

Hoffnung Ausdruck, dass die BOKOMAT auch in Zukunft an der Ruhr-Universität Bochum eine Plattform für Wissens- und Technologietransfer in der Formgedächtnistechnik darstellen wird.

19.-23. April 2010: Hannover-Messe: Auch im Jahr 2010 nahm der Sonderforschungsbereich 459 wieder unter der Regie von Dr.-Ing. Matthias Frotscher, dem Sprecher des Transferbereichs des SFB459, an der Hannover-Messe teil. Wieder waren die Exponate des SFB459 in den Adaptronik-Stand Fraunhofer-Institute integriert, wie sich das bereits im Jahr 2009 bewährt hatte. Die Hannover-Messe des Jahres 2010 stand unter dem Motto „Effizienter, innovativer, nachhaltiger“.

Mit dabei waren diesmal die beiden jungen Unternehmen Ingpuls GmbH und FG-Innovation, die als Spin-offs aus dem SFB459 entsandt sind.

would continue to provide a platform at the Ruhr-Universität Bochum for knowledge and technology transfer in the field of shape memory alloy technology in the future.

19th to 23rd April 2010: Hanover Industrial Fair: *The SFB459 took part in the Hanover Industrial Fair once again in 2010 under the direction of Dr.-Ing. Matthias Frotscher, speaker of its transfer section. As in the previous year, the SFB459 exhibits were integrated into the adaptronics stand belonging to the Fraunhofer Institutes, a strategy that had proved most successful in 2009. The motto of the Hanover Industrial Fair in 2010 was “More efficient, more innovative, more sustainable”.*

This time, the two start-up companies Ingpuls GmbH and FG-Innovation were also represented both spin-offs from SFB459.



Bild 117: Exponate aus Teilprojekten des SFB459 (Formgedächtnistechnik) auf der Hannover-Messe 2010.

Fig. 117: Exhibits from sub-projects at the SFB459 (shape memory technology) at the Hanover Industrial Fair 2010.

Im Vergleich zum Vorjahr hatte der SFB459 diesmal die Fläche seines Standes verdoppelt. Vorgestellt wurden die zahlreichen Einsatzmöglichkeiten der Formgedächtnistechnik in der Medizintechnik, in der Haustechnik, in der Automobilindustrie, in der Aktorik und in der Mechatronik. Ein Formgedächtnisdemonstrator mit einer schwebenden Bierflasche der Bochumer Brauerei Fiege war ein besonderer Blickfang und lockte zahlreiche Besucher zum Messestand. Der SFB459 konnte eindrucksvoll zeigen, dass mit Hilfe der Förderung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen innovative Werkstoffforschung auf höchstem internationalem Niveau möglich ist. Wie schon im Jahr 2009 ergab sich auch diesmal eine Vielzahl von Kontakten, die sich in Zusammenarbeiten zwischen Forschern des SFB459 und Industriepartnern ummünzten.

In 2010, SFB459 doubled the size of its stand in comparison to the year before. On display were a multitude of applications of shape memory technology in the medical field, in housing technology, in the automotive industry, in actuators and in mechatronics. Particularly eye-catching was a shape memory demonstration which involved a levitating bottle of beer brewed by the Fiege Brewery in Bochum; this attracted large numbers of visitors to the trade fair stand. The SFB459 was able to show most impressively that with the aid of funding from the German Research Society (DFG) and the State of North Rhine Westphalia, innovative materials research could be conducted at the highest possible international level. As in 2009, a great number of contacts were generated which resulted in cooperations between the SFB459 researchers and partners from industry.



Bild 118: Herr Prof. Hornbogen beim Festkolloquium.

Fig. 118: Prof. Hornbogen at the festive symposium.

8./9. Juli 2010: Ehrenkolloquium aus Anlass des 80. Geburtstags von Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. Erhard Hornbogen: Herr Hornbogen, der Gründer des Instituts für Werkstoffe und erster Inhaber

8th and 9th July 2010: Honorary Symposium to mark the occasion of the 80th birthday of Prof. em. Dr.-Ing. Dr. h. c. Erhard Hornbogen: Mr. Hornbogen, the founder of the Institute for Materials and

des Lehrstuhls Werkstoffwissenschaft, feierte am 2. Februar 2010 seinen 80. Geburtstag. Aus diesem Anlass veranstaltete der Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft im Juli ein Ehrenkolloquium, das mit einem gemütlichen Beisammensein in der Versuchshalle des Instituts für Werkstoffe eröffnet wurde. In einer angenehmen Atmosphäre, musikalisch stilvoll unterstützt durch das Duo *Cooper Climax*, und einem Speisenangebot vom warmen Buffet trafen Herr und Frau Hornbogen frühere Mitarbeiter und alte Bekannten.

Das wissenschaftliche Kolloquium fand am Freitag, den 9. Juli 2010, im Horst-Görtz-Saal des Zentrums für IT Sicherheit der Ruhr-Universität Bochum statt. Nach Eintreffen der Gäste und einem Begrüßungskaffee begann die Vortragsveranstaltung, die verschiedene Gebiete der Materialwissenschaften beleuchtete:

the first holder of the Chair for Materials Science and Engineering celebrated his 80th birthday on 2nd February 2010. To mark this very special occasion, the Chair for Materials Science and Engineering hosted an honorary symposium in July, together with a convivial meeting in the experimental hall of the Institute for Materials. In this pleasant atmosphere, stylishly enhanced by the music of the Cooper Climax Duo and the aroma of a warm buffet, Mr. and Mrs. Hornbogen took the opportunity to mix with former members of staff and old acquaintances.

The scientific symposium took place on 9th July 2010 in the Horst Görtz Hall of the Centre for IT Security of the Ruhr-Universität Bochum. After the arrival of the guests and a welcoming cup of coffee, the presentations, which shed light on various fields of materials science began:



Bild 119: Herr und Frau Hornbogen beim Festkolloquium.

Fig. 119: Prof. Hornbogen and his wife at the festive symposium.

Gunther Eggeler (RUB): Formgedächtnisforschung an der Ruhr-Universität Bochum.

Gunther Eggeler (RUB): Shape memory research at the Ruhr-Universität Bochum.

Herbert Gleiter (KIT, Karlsruhe): Nanotechnologie – Quo Vadis?

Herbert Gleiter (KIT, Karlsruhe): Nanotechnology – Quo Vadis?

Heinrich Kreye (Helmut Schmidt-Universität, Hamburg): Kaltgasspritzen, ein neuartiges Beschichtungsverfahren für funktionale Oberflächen.

Stefanie Tschegg (Universität für Bodenkultur, Wien): Holz – ein optimierter, hierarchisch aufbauter Biowerkstoff.

Karl-Heinz Zum Gahr (KIT, Karlsruhe): Werkstoff- und Oberflächendesign zur Steigerung der tribologischen Belastbarkeit von Bauteilen.

In seinem Schlusswort dankte Herr Hornbogen allen Rednern und schilderte noch einmal kurz die Entwicklung der werkstoffwissenschaftlichen Forschung an der Ruhr-Universität Bochum. Er wäre nicht Erhard Hornbogen, wenn er nicht auch auf Bereiche hinwies, die seiner Ansicht nach auch nicht vergessen werden sollten. In der Kaffeepause und beim anschließenden warmen Stehimbiss als Mittagessen war reichlich Gelegenheit für Gespräche, die sich noch bis in den Nachmittag hinzogen. Herr Hornbogen kündigte an, dass dies die letzte Veranstaltung dieser Art sein sollte. Wir werden sehen.....

Heinrich Kreye (Helmut Schmidt-Universität, Hamburg): Cold gas spraying, a novel coating process for functional surfaces.

Stefanie Tschegg (University of Natural Resources, Vienna): Wood – an optimised, hierarchically structured biomaterial.

Karl-Heinz Zum Gahr (KIT, Karlsruhe): Materials and surface design to increase the tribological strength of components.

In his closing remarks, Mr. Hornbogen thanked the speakers and briefly summarised the development of research in the field of materials science at the Ruhr-Universität Bochum once more. He would not be Erhard Hornbogen if he did not draw attention to the areas which, in his opinion, were not to be overlooked. During the coffee break and the later informal warm lunch, eaten whilst standing and chatting, there were plenty of opportunities for conversation, extending well into the afternoon. Mr. Hornbogen declared that this would be the last event of its kind, but we shall see...



Bild 120:
Herr Prof. Hornbogen
mit den Festrednern
am Symposium
aus Anlass seines
80. Geburtstags.

Fig. 120: Prof. Hornbogen
with the speakers at the
symposium
to mark the occasion of his
80th birthday.

14. bis 16. September 2011: Abschlusskolloquium des SFB459. Ende 2011 endete nach zwölfjähriger DFG-Förderung der Sonderforschungsbereich 459 „Formgedächtnistechnik“. Aus diesem Anlass wurde an der Ruhr-Universität Bochum ein dreitägiges Abschlusskolloquium organisiert, an dem 120 Materialforscher und Werkstofftechniker aus aller Welt teilnahmen (aus Belgien, Deutschland, Indien, Japan, der Tschechischen Republik und den USA). Das Symposium begann mit einem Eröffnungsabend, an welchem Erhard Hornbogen einen interessanten Einblick in die Geschichte der Martensit- und Formgedächtnisforschung gab.

14th to 16th September 2011: Concluding Colloquium of SFB459. After twelve years of support on the part of the DFG, the Collaborative Research Centre 459 "Shape Memory Technology" was brought to a close late in 2011. To mark the occasion, the Ruhr Universität Bochum organised a three-day colloquium which was well-attended by 120 materials scientists and materials engineers from all around the world, including participants from Belgium, Germany, India, Japan, the Czech Republic and the USA. The symposium began with an opening evening during which Erhard Hornbogen captivated the audience with most interesting insights into the history of martensite and shape memory research.



Bild 121: Eintreffen der Gäste beim Abschlusskolloquium des SFB459.
Fig. 121: Arrival of delegates at the concluding workshop of SFB459.

Am ersten Tag des Symposiums ging es um Anwendungen von Formgedächtnislegierungen in der Medizin- und Mikrotechnik. Am Abend des ersten Tages des Symposiums fand ein Grillabend im Bistro der Mensa der Ruhr-Universität Bochum statt.

The first day of the symposium focused on the applications of shape memory alloys in medicine and micro technology. On the evening of the first day of the symposium, the participants enjoyed a barbecue in the bistro of the refectory at the Ruhr-Universität Bochum.

Der zweite Tag des Symposiums stand ganz im Zeichen des Processings von

The second day of the symposium was devoted to the processing of shape mem-

Formgedächtnislegierungen (Schmelzmetallurgie und Pulvermetallurgie), ihrer Verarbeitung und von Anwendungen von Formgedächtnislegierungen im Maschinenbau. Am zweiten Tag fand eine Busfahrt durch das Ruhr-Gebiet statt, wir besuchten das Museum der Zeche Zollverein (Industriedenkmal und Weltkulturerbe – auch bekannt als die schönste Zeche der Welt) und auch das Konferenzdinner fand in einem Restaurant im Bereich der Zeche Zollverein statt. Das Cooper Climax Jazzduo sorgte für eine geschmackvolle musikalische Untermalung und ein Zauberer setzte die Teilnehmer des Symposiums in Erstaunen.

ory alloys (melting metallurgy and powder metallurgy), machining and joining processes and to the diverse applications of shape memory alloys in the field of mechanical engineering. On the second day, the participants took a bus excursion through the Ruhr region; we visited the museum of the Zeche Zollverein (World Heritage Site – also known as “the world’s most beautiful coal mine”) and subsequently enjoyed our conference dinner at a restaurant there. The Cooper Climax Jazz Duo provided relaxing background music and a magician caused amazement amongst the participants of the symposium.



Bild 122: Erhard Hornbogen hält am Abschlusskolloquium des SFB459 einen Vortrag zur Geschichte des Martensits.

Fig. 122: Erhard Hornbogen gives a presentation on the history of martensite at the concluding workshop of SFB459.

Am dritten Tag ging es um grundlegende mikrostrukturelle und mikromechanische Fragen. Es wurden experimentelle Ergebnisse zum strukturellen und funktionellen Verhalten von Formgedächtnislegierungen diskutiert. Neue mikrostrukturelle Ergebnisse wurden vorgestellt. Dann wurden verschiedene Modellierungsansätze (phänomenologische, mikromechanische und thermodynamisch/kinetische) einander gegenübergestellt.

The third day was devoted to fundamental microstructural and micromechanical questions. Experimental results on the structural and functional behaviour of SMA were shown and new microstructural results were also presented. Then, various modelling approaches (phenomenological, micromechanical and thermodynamic / kinetic) were presented.



Bild 123: Vortrag von Prof. H.-J. Maier (Uni Paderborn) am Abschlusskolloquium des SFB459.

Fig. 123: Presentation by H.-J. Maier (Uni Paderborn) at the concluding workshop of SFB459.



Bild 124: Vortrag von Prof. T. Sadek zur Aktoentwicklung.

Fig. 124: Presentation by Prof. T. Sadek on actuator design at the concluding workshop of SFB459.

Das Symposium wurde von allen Teilnehmern als sehr nützlich empfunden, weil es als Plattform für interdisziplinäre Diskussionen zum Gebiet der Formgedächtnislegierungen diente. Eine Reihe neuer Forschungsansätze wurde diskutiert.

The symposium was deemed by all of the participants to have been most useful, as it served as a platform for interdisciplinary discussion on the subject of shape memory alloys. A number of new research approaches were also discussed.



Bild 125: Symposium-Dinner am Abschlusskolloquium des SFB459 (Zeche Zollverein).

Fig. 125: Symposium dinner (Zeche Zollverein) at the concluding workshop of SFB459.

10. Ehrungen, Preise, neue Aufgaben

Im Berichtszeitraum wurden Mitgliedern von WW Ehrungen und Auszeichnungen zuteil. Außerdem wurde eine Reihe wichtiger Aufgaben in der Scientific Community wahrgenommen/übernommen. Dies soll hier festgehalten werden:

Acta Student Award (2008): Marcus Young wurde von Acta Materialia mit dem Acta Student Award ausgezeichnet, als Erstautor der Veröffentlichung „Load partitioning during compressive loading of a Mg/MgB₂ composite“ (Acta Mat. 55, 2007: 3467-3478).

Adam Opel-Preis (2008): Der Adam Opel-Preis der Fakultät für Maschinenbau, der gemeinsam mit der Adam Opel AG verliehen wird und der mit 3000 Euro dotiert ist, wurde im Jahr 2008 an drei Preisträger verliehen, darunter Deniz Kurumlu vom Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft für seine Diplomarbeit mit dem Titel *Herstellung und Charakterisierung von NiTiAg-Formgedächtnis-Dünnschichten*. Deniz Kurumlu hat seine Diplomprüfung mit der Gesamtnote „Mit Auszeichnung“ abgeschlossen.

10. Honours, Awards, New Responsibilities

During this reporting period, MSE members received a number of awards and honours; also many assignments within the scientific community were assumed. These are briefly summarised below.

Acta Student Award (2008): Marcus Young was awarded by Acta Materialia. He received the Acta Student Award as first author of the publication „Load partitioning during compressive loading of a Mg/MgB₂ composite“ (Acta Mat. 55, 2007: 3467-3478).

The Adam Opel Prize (2008): The Adam Opel Prize, conferred jointly by the Faculty of Mechanical Engineering and the Adam Opel AG and endowed with 3000 euros was awarded to three winners in 2008, one of whom was Deniz Kurumlu from our Chair for Materials Science and Engineering for his diploma thesis entitled *“Production and Characterisation of NiTiAg Shape Memory Thin Films”*. Deniz Kurumlu passed his diploma examination with the overall mark of *“with distinction”*.



Bild 126: Verleihung des Adam Opel-Preises 2008. V.l.n.r.: Christoph Taetz, Nils Lückemeyer, Stefanie Lang und Deniz Kurumlu.

Fig. 126: Adam Opel Award 2008. From left to right: Christoph Taetz, Nils Lückemeyer, Stefanie Lang and Deniz Kurumlu.

Akademie der Wissenschaften NRW:

Im April 2008 wurde Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften von Nordrhein-Westfalen berufen.

Akademischer Rat (2008): Im Jahr 2008 wurde Dr.-Ing. Jan Frenzel zum Akademischen Rat ernannt. Jan Frenzel leitet die Advanced Study Group *Input Data and Validation*, die den Zugang von Forschern des neuen Modellierungsinstituts ICAMS zu Experimenten sicherstellen soll. Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft ist Jan Frenzel für das Werkstoffprocessing und für die Anwendung der Rasterelektronenmikroskopie zuständig.

Akademischer Oberrat (2009): Im Jahr 2009 wurde Dr. rer. nat. Christoph Somsen zum Akademischen Oberrat befördert. Er ist in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Rebekka Loschen vom Max-Planck-Institut für Eisenforschung an der Ruhr-Universität Bochum für die Belange der International Max Planck Research School SurMat (Surface and Interface Engineering in Advanced Materials) zuständig. Am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft ist Christoph Somsen Ansprechpartner für alle Fragen, die die Durchstrahlungselektronenmikroskopie betreffen.

Apl.-Professur für Transmission Electron Microscopy of Engineering Materials (2010): Antonin Dlouhy arbeitet seit vielen Jahren mit dem Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft in der Forschung zusammen. Seit mehr als zehn Jahren führt er als Lehrbeauftragter der Fakultät für Maschinenbau Studierende und Doktoranden in fortgeschrittene Methoden der Durchstrahlungselektronenmikroskopie ein. Auf Vorschlag des Instituts für Werkstoffe wurde er im August 2010 vom Rektor der Ruhr-Universität Bochum auf eine außerplanmäßige Professur mit dem Titel *Electron Microscopy of Engineering Materials* berufen.

In April 2008, Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler was nominated a member of the North Rhine-Westphalian Academy of Sciences.

Lecturer (2008): *In 2008 Dr.-Ing. Jan Frenzel was appointed to the permanent position of Research Associate. Jan Frenzel directs the Advanced Study Group Input Data and Validation, which ensures that researchers from the new ICAMS Modelling Institute have access to experiments. At the Chair for Materials Science and Engineering, Jan Frenzel is responsible for materials processing and for advanced scanning electron microscopy.*

Senior Lecturer (2009): *In 2009 Dr. rer. nat. Christoph Somsen was appointed to the position of Senior Research Associate. Together with Dr. Rebekka Loschen of the Max Planck Institute for Iron Research, he is responsible at the Ruhr-Universität Bochum for the affairs of the International Max Planck Research School SurMat (Surface and Interface Engineering in Advanced Materials). At the Chair for Materials Science and Engineering, Christoph Somsen is the point of contact for all questions regarding transmission electron microscopy.*

Extraordinary Professorship for Transmission Electron Microscopy of Engineering Materials (2010): *For many years now, Antonin Dlouhy has been collaborating with us in common research activities. For over ten years he has been introducing undergraduates and doctorate students to advanced methods of transmission electron microscopy, in his capacity as adjunct lecturer in the Faculty of Mechanical Engineering. In August of 2010 he was awarded an Extraordinary Professorship by the Vice-Chancellor of the Ruhr-Universität Bochum, with the title of Electron Microscopy of Engineering Materials.*

Emmy Noether-Nachwuchsgruppenleiter (2007): Martin F.-X. Wagner war mit seinem Antrag zur Einrichtung einer Emmy Noether-Nachwuchsgruppe, den er bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gestellt hatte, erfolgreich. Er konnte seinen Antrag zum Thema *Zwillingbildung in metallischen Werkstoffen*, der für einen Zeitraum von fünf Jahren ein Gesamtvolumen von 1,5 Millionen Euro aufweist (für: vier Wissenschaftlerstellen, drei studentische Hilfskraftstellen, Kleingeräte, Verbrauchsmaterial, Reise- und Publikationskosten) am 26. Januar 2007 im DFG Fachforum Materialwissenschaft und Werkstofftechnik erfolgreich vertreten. Die Emmy Noether-Nachwuchsgruppe von Martin Wagner nahm Anfang 2007 ihre Arbeit auf.

Director of an Emmy Noether Junior Research Group (2007): Martin F.-X. Wagner met with success when he applied to the German Research Association (DFG) for an Emmy Noether Junior Research Group. On 26th January 2007, in the DFG Materials Science and Technology Forum, he presented his application which was subsequently accepted; the subject was *Twinning in Metallic Materials*. The project runs for a period of five years and is endowed with a total volume of 1.5 million euros, providing four positions for scientists, three student assistants, minor equipment, consumables, travel expenses and publication costs. Martin Wagner's Emmy Noether Junior Research Group started work at the beginning of 2007.

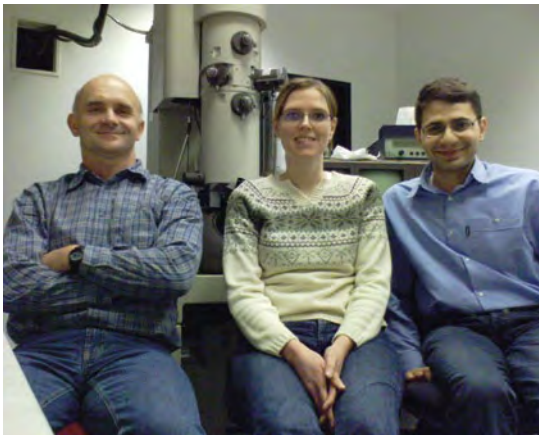


Bild 127: Antonin Dlouhy als Lehrbeauftragter im Jahr 2006. Hier beim TEM-Kurs für Fortgeschrittene mit Janine Pftzing-Micklich und Ali Aghajani.

Fig. 127: Antonin Dlouhy as adjunct lecturer in 2006. Here we see him during an advanced TEM-class with Janine Pftzing-Micklich and Ali Aghajani.

Exzellenzakademie für junge Werkstoffwissenschaftler (2010): Dr.-Ing. Janine Pftzing-Micklich konnte im Rahmen der von der Deutschen Forschungsgemeinschaft ins Leben gerufenen Exzellenzinitiative für junge Werkstoffwissenschaftler ein Projekt einwerben, das ihre Stelle für einen Zeitraum von drei Jahren finanziert. Neben den Personalmitteln wurden auch Sachmittel und Mittel für Forschungsaufenthalte im Ausland bereitgestellt.

Academy of Excellence for Young Materials Scientists (2010): Within the framework of the Excellence Initiative for young materials scientists set up by the German Research Society, Dr.-Ing. Janine Pftzing-Micklich won a project which finances her position for a period of three years. In addition to funding for staff, physical resources and the means for periods of research outside of Germany have also been provided.

Feodor Lynen-Forschungsstipendium (2005): Im Jahr 2005 bewarb sich Martin F.-X. Wagner erfolgreich um ein Feodor Lynen-Stipendium der Alexander von Humboldt-Stiftung. Bei dieser Art von Stipendium muss ein früherer Humboldt-Stipendiat als Gastgeber fungieren. Michael Mills von der Ohio State University (Columbus, Ohio) war der Gastgeber von Martin Wagner, der das Jahr 2006 am Materials Science and Engineering Department der Ohio State University verbrachte.

Feodor Lynen-Forschungsstipendium (2011): Zum Ende des Berichtszeitraums bewilligte die Alexander von Humboldt-Stiftung einen Antrag von Frederik Otto auf ein zweijähriges Feodor-Lynen-Stipendium. Frederik Otto wird diese zwei Jahre in der Materials Science and Technology Division des Oak Ridge National Laboratory verbringen. Als Gastgeber fungiert AvH-Preisträger Prof. Easo George.

Feodor Lynen Research Fellowship (2005): *In 2005, Martin F.-X. Wagner applied for and won a Feodor Lynen Research Fellowship from the Alexander von Humboldt Foundation. This type of scholarship stipulates that a former Humboldt recipient acts as host. Michael Mills from the Ohio State University (Columbus, Ohio) hosted Martin Wagner, who spent 2006 at the Materials Science and Engineering Department of The Ohio State University.*

Feodor Lynen Scholarship (2011): *In 2011, Frederik Otto applied for and won a two year Feodor Lynen Scholarship from the Alexander von Humboldt Foundation. He will spend this time in the Materials Science and Technology Division of the Oak Ridge National Laboratory, where Prof. Easo George acts as his host.*



Bild 128 / Fig. 128:
Frederik Otto, Hongbin Bei,
Easo George (ORNL,
November 2011)

Gebrüder Eickhoff-Preis (2006): Für die beste Doktorarbeit des Jahres 2005 erhielt Martin F.-X. Wagner im Jahr 2006 den Gebrüder Eickhoff-Preis der Fakultät für Maschinenbau zugesprochen.

Gebrüder Eickhoff Prize (2006): *In 2006, Martin F.-X. Wagner was awarded the Gebrüder Eickhoff Prize for the best doctoral thesis of 2005, by the Faculty of Mechanical Engineering.*

Gebrüder Eickhoff-Preis (2011): Für die beste Doktorarbeit des Jahres 2010 erhielt Deniz Kurumlu im Jahr 2011 den Gebrüder Eickhoff-Preis der Fakultät für Maschinenbau zugesprochen.

Gebrüder Eickhoff Prize (2011): In 2011, Deniz Kurumlu was awarded the Gebrüder Eickhoff Prize for the best doctoral thesis of 2010, by the Faculty of Mechanical Engineering.



Bild 129: Gebrüder Eickhoff-Preis 2011 für Deniz Kurumlu (Mitte).

Fig. 129: Eickhoff Award 2011 for Deniz Kurumlu (middle).

Georg Sachs-Preis (2011): Dr.-Ing. Jan Frenzel wurde am 15.6.2011 auf dem DGM-Tag in Dresden mit dem Georg-Sachs-Preis ausgezeichnet. Mit dem Preis des Stifterverbands Metalle und des Fachverbands der Metallindustrie Österreichs werden wissenschaftliche Arbeiten ausgezeichnet, die in enger Beziehung zur praktischen Anwendung von werkstoffwissenschaftlichen oder werkstofftechnischen Erkenntnissen stehen. Jan Frenzel erhielt den Georg-Sachs-Preis für seine Arbeiten zur Herstellung und metallkundlichen Untersuchung von Formgedächtnislegierungen auf Basis von Nickel-Titan.

Georg Sachs Award (2011): Dr.-Ing. Jan Frenzel received the Georg Sachs Award at the DGM Day in Dresden on 15.6.2011. This award honours activities which are related to practical applications of materials research. The award is sponsored by the German Stifterverband and the Austrian Fachverband Metallindustrie. Jan Frenzel obtained the award for his contribution to the field of ingot metallurgy of NiTi shape memory alloys.



Bild 130: Dr.-Ing. Ulrich Hartmann (DGM Vorstand) überreicht Jan Frenzel den Georg-Sachs-Preis 2011.

Fig. 130: Dr.-Ing. Ulrich Hartmann (DGM president) congratulates Jan Frenzel to the Georg Sachs Award 2011.

Gründungswettbewerbe (2009 und 2010): Die Ingpus GmbH, ein Spin-off des Instituts für Werkstoffe, nahm im Berichtszeitraum erfolgreich an zwei Gründungswettbewerben teil. Ziel dieser Wettbewerbe war es, ein Unternehmenskonzept in Form eines Businessplans zu entwickeln und von einer fachkundigen Jury mit Personen aus Forschung, Wirtschaft und Finanzwesen im Wettbewerb mit anderen Initiativen bewerten zu lassen. Im Oktober 2009 erreichte Ingpus im hochschulinternen Bochumer Wettbewerb *ruhr@venture 2009* den 3. Platz und wurde mit 5.000 € prämiert. Im Mai 2010 gelang es der Ingpus GmbH, im bundesweiten Gründungswettbewerb *Senkrechtstarter 2010* unter mehr als 300 Teilnehmern und letztlich 59 eingereichten Geschäftsplänen den 1. Platz zu erreichen. Dieser war mit einem Preisgeld in Höhe von 15.000 € dotiert. Wir gratulieren Ingpus an dieser Stelle herzlich zu diesem Erfolg und wünschen alles Gute für die Zukunft. Im September 2011 wurde die Ingpus GmbH außerdem mit dem Transferpreis 2010 der Ruhr-Universität Bochum ausgezeichnet (Dotierung: 5.000 €).

Start-Up Competitions (2009 and 2010): *Ingpus GmbH, a spin-off of the Institute for Materials, took part in and won two start-up competitions promoting the establishment of new companies. The object of the competitions was to develop a company concept in the form of a business plan which competed against other entries and was judged by a jury of experts consisting of participants from research, industry and finance. In October 2009, Ingpus took the third place in an internal Bochum University competition ruhr@venture 2009 and was awarded 5,000 €. A further success followed in May 2010, when Ingpus GmbH took first place in a nationwide start-up competition called Senkrechtstarter 2010 in which over 300 participants took part, submitting 59 business plans; this time, they won 15.000 €. We would like to take this opportunity to congratulate Ingpus most heartily and wish them all the best for the future. In September 2010 the Ingpus founders were moreover awarded the transfer award of the Ruhr-Universität Bochum (remuneration: 5.000 €).*



Bild 131: Ingpus GmbH Firmengründer (C. Großmann, B. Maaß und A. Oppenkowski) bei der Verleihung des RUB-Transferpreises 2010.

Fig. 131: *Ingpus GmbH founders (C. Großmann, B. Maaß und A. Oppenkowski) receiving the RUB transfer award 2010.*

Heisenbergprofessur (2007) und neue Professur am Institut für Werkstoffe:

In unserem letzten Aktivitätsbericht wurde Alfred Ludwig noch als Juniorprofessor ausgewiesen, der unserem Lehrstuhl angeschlossen war. Alfred Ludwig hat sich zu Beginn des Berichtszeitraums bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) erfolgreich um die Einrichtung einer Heisenbergprofessur beworben. Heute ist er als W3-Professor mit eigenem Lehrstuhl Mitglied des Instituts für Werkstoffe, wo er die Fachrichtung *Werkstoffe der Mikrotechnik* vertritt. Seine Professorenstelle wurde einige Jahre von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanziert. Im Sommer 2011 trat Alfred Ludwig die Nachfolge von Prof. M. Pohl an.

Heisenberg Professorship (2007) and a new Professorship at the Institute for Materials:

In our last activity report, Alfred Ludwig was mentioned as a Junior Professor, associated with our Chair. At the beginning of this reporting period, Alfred Ludwig successfully applied to the German Research Society (DFG) and won permission to set up a Heisenberg Professorship. Today, a W3 Professor with his own Chair, he is a member of the Institute for Materials, where he is responsible for the field of Materials for Micro Technology. His position as professor was for several years financed by the German Research Association (DFG). In the summer of 2011, Alfred Ludwig officially succeeded Prof. M. Pohl, who then retired from active service.



Bild 132: Alfred Ludwig beim Soundcheck mit einem Teil der Band des Instituts für Werkstoffe, Weihnachtsfeier 2009.

Fig. 132: Alfred Ludwig during a sound check with some of the band of the Institute for Materials, at the Christmas Party 2009.

ICAMS (2006-2008): An der Einwerbung des neuen Modellierungsinstituts ICAMS (Interdisciplinary Centre for Advanced Materials Simulation) waren wir nicht

ICAMS (2006-2008): We were not entirely uninvolved in winning the new ICAMS Modelling Institute (Interdisciplinary Centre for Advanced Materials

unbeteiligt. Es galt, ICAMS im Wettbewerb mit anderen Universitäten an die Ruhr-Universität zu holen. Wir haben geholfen, dass Angebot der Ruhr-Universität auszuarbeiten. Wir haben die Gespräche mit allen Materialwissenschaftlern der Ruhr-Universität Bochum geführt, die diesen Schritt unterstützt haben. Wir haben alle Vertragsverhandlungen begleitet. Wir haben den Förderantrag für ICAMS an das Land Nordrhein-Westfalen ausgearbeitet. Und wir haben geholfen, die Berufungen der drei ICAMS-Professoren zügig durchzuführen. Außerdem haben wir bei der Aufbauphase von ICAMS mitgeholfen. Wir freuen uns, dass ICAMS heute als selbständige Einheit erfolgreich und mit hoher internationaler Sichtbarkeit arbeitet.

Junges Kolleg der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste (2007): Anfang 2007 wurde Martin F.-X. Wagner als einer von 13 jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in das neu gegründete Junge Kolleg der Nordrhein-Westfälischen Akademie der Wissenschaften und der Künste aufgenommen.

Materialographie-Preis der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (2009): Für sein vielseitiges Engagement in der Materialographie ist Norbert Lindner, Werkstoffprüfer am Institut für Werkstoffe der Ruhr-Universität, von der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde (DGM) auf der Materialographie-Tagung 2009 in Aachen mit dem Materialographie-Preis ausgezeichnet worden. Er hat diesen Preis in Anerkennung seiner Beiträge zur Werkstoffentwicklung und zur Schadensanalyse erhalten. Zu den Aufgaben von Norbert Lindner gehören die Betreuung der gesamten Rasterelektronenmikroskopie des Instituts für Werkstoffe sowie die selbstständige Bearbeitung von Schadensfällen, wo er sich zum viel gefragten Experten entwickelt hat.

Simulation). The object was, in competition with other universities, to win ICAMS for the Ruhr-Universität. We assisted in formulating the bid that was submitted by the Ruhr-Universität Bochum. We ran meetings with all of the materials scientists at the Ruhr-Universität Bochum who needed to support this step. We attended all of the contract negotiations. We prepared the application to the state of North Rhine Westphalia for funding for ICAMS. And we were able to assist in ensuring that the three ICAMS professors were appointed in a timely manner. In addition, we also helped during the ICAMS commissioning phase. We are therefore most pleased to see that today, ICAMS is operating very successfully as an independent unit, with a high international profile.

The Young College of the North Rhine Westphalian Academy of the Sciences and the Arts (2007): At the beginning of 2007, Martin F.-X. Wagner was admitted to the newly-founded Young College of the North Rhine Westphalian Academy of the Sciences and the Arts, as one of 13 young scientists.

Materialography Prize of the DGM (2009): At the Materialography Conference 2009 in Aachen, Norbert Lindner, Materialography Technician, at the Institute for Materials at the Ruhr-Universität Bochum was awarded the Materialography Prize of the German Society for Materials (DGM) for his multifaceted commitment to Materialography. He received this prize in recognition of his contributions to materials development and to failure analysis. Norbert Lindner's duties include supervision of the entire field of scanning electron microscopy at the Institute for Materials as well as for working on cases of damage and failure – an area where he has become a much sought-after expert.



Bild 133: Norbert Lindner bei der Überreichung des Materialographie-Preises 2009 durch Prof. Günter Petzow (MPI Stuttgart).

Fig. 133: Norbert Lindner receiving the Materialography Prize 2009 from Prof. Günter Petzow (MPI Stuttgart).

Max Planck Fellow: Im Mai 2010 wurde die sehr gute Zusammenarbeit zwischen dem Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft und dem Max-Planck-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf weiter gestärkt. G. Eggeler wurde von der Max-Planck-Gesellschaft für die Dauer von 5 Jahren zum Max Planck Fellow berufen. Er leitet am MPI für Eisenforschung eine eigene Forschungsgruppe *High Temperature Materials*. Die Gruppe wurde von der Max-Planck-Gesellschaft mit einem eigenen Budget und mit einigen Personalstellen ausgestattet. In Düsseldorf gehört Aleksander Kostka, der bereits an der Ruhr-Universität Bochum mit G. Eggeler zusammengearbeitet hatte, zur Gruppe und leitet die Forschungsarbeiten vor Ort.

Molekulardynamische Modellierung der Martensitischen Umwandlung:

Unter den besonderen Erfolgen unseres Lehrstuhls können wir in diesem Bericht auf die Habilitation von Dr.-Ing. Oliver Kastner verweisen, der als einziger Theoretiker am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft eine hervorragende Habilitation zur molekulardynamischen Simulation der martensitischen Umwandlung in Formgedächtnislegierungen vorgelegt hat. Die Arbeit wird in erheblichem Umfang nachgefragt. Herr Kastner hat die Forschungsgelder, die für die Durchführung seiner wissenschaftlichen Arbeiten notwendig

Max Planck Fellow: In May 2010, the good collaboration between the Chair for Materials Science and Engineering and the Max Planck Institute of Iron Research in Düsseldorf was further reinforced. G. Eggeler was appointed by the Max Planck Society to the position of Max Planck Fellow for a period of five years. At the MPI for Iron Research, he now directs his own *High Temperature Materials* research group. The group has been furnished with its own budget and its own staff positions by the Max Planck Society. In Düsseldorf, Aleksander Kostka, who previously worked with G. Eggeler at the Ruhr-Universität Bochum, is member of the group and directs the research work carried out onsite.

Molecular Dynamic Modelling of the Martensitic Transformation:

We are very pleased to be able to report on a noteworthy success at our Chair – the habilitation of Dr.-Ing. Oliver Kastner, who as the only theoretician at the Chair for Materials Science and Engineering presented an excellent habilitation on the molecular dynamic simulation of the martensitic transformation in shape memory alloys. This piece of work has been the subject of tremendous demand. Mr. Kastner obtained the funds necessary for carrying out his scientific work from the German Research Society (DFG) with his own

waren, in eigenen Projekten von der DFG eingeworben. Als Leiter des Mitarbeiterseminars des SFB459 (Formgedächtnistechnik) hatte er am erfolgreichen Antrag für dessen vierte Förderphase beachtlichen Anteil.

Ruf an die TU Chemnitz: Im Herbst 2009 erhielt Martin F.-X. Wagner einen Ruf auf eine Professur für Werkstofftechnik an der TU Chemnitz. Martin Wagner trat seinen Dienst in Chemnitz im April 2010 an. Mit 30 Jahren ist er nach unseren Informationen der jüngste Wissenschaftler, dem dies im Bereich *Werkstoffe* gelungen ist. Wir wünschen ihm für seine Arbeit in Chemnitz alles Gute.



Bild 134: Hamburg 2007, Verleihung des ThyssenKrupp-Preises für Werkstoffinnovation. Von links nach rechts: Prof. M. Pohl (RUB), D. Peter, L. Köllner, Dr. H. Aly (Blom und Voss).

Fig. 134: *Presentation of the ThyssenKrupp Award for Materials Innovation in Hamburg 2007. From left to right, Prof. M. Pohl (RUB), D. Peter, L. Köllner, Dr. H. Aly (Blom und Voss).*

SMST Direktorium: Jan Frenzel wurde im Dezember 2011 in das Direktorium der International Organization for Shape Memory and Superelastic Technologies (SMST) gewählt. Jan Frenzel unterstützt im Direktorium die Organisation und Durchführung der SMST-Tagung, die alle 18 Monate abwechselnd in den USA, Asien und Europa stattfindet. Die SMST-Tagung stellt ein Forum bereit, in welchem anwendungsbezogene und grundlagenorientierte Formgedächtnisforschung präsentiert werden.

projects. As the Director of the scientific seminar of the collaborative research centre on shape memory technology (SFB459) he played a key role in securing the resources for its fourth phase of funding.

Call to the Technical University of Chemnitz: *In the autumn of 2009, Martin F.-X. Wagner received a call to a Professorship for Materials Technology at the Technical University of Chemnitz. Martin Wagner took up work in Chemnitz in April 2010. As far as we know, at the age of 30 he is the youngest scientist to have achieved this in the field of Materials Science. We wish him all the best for his work in Chemnitz.*

SMST Board: *In December 2011, Jan Frenzel has been elected as a board member of the International Organization for Shape Memory and Superelastic Technologies (SMST). Jan Frenzel supports the organization of the SMST conferences, which are held alternately in the US, Asia and Europe. The SMST conference represents a well-balanced forum where scientists and engineers present both application-related and fundamental research on shape memory alloys.*

ThyssenKrupp-Preis für Werkstoffinnovation (2007): Dennis Peter und Lars Köllner wurde für ihre gemeinsame Projektarbeit zur *Charakterisierung von Gefüge und Ausscheidungsverhalten in Duplexstählen* im Juli 2007 der ThyssenKrupp Werkstoff-Innovationspreis verliehen. Die Preisverleihung fand anlässlich einer Exkursion zur ThyssenKrupp-Werft Blom und Voss in Hamburg statt.

ThyssenKrupp-Preis für Werkstoffinnovation (2010): Frau Dr.-Ing. Janine Pfetzling-Micklich wurde im Jahr 2010 mit dem ThyssenKrupp-Preis für Werkstoffinnovation ausgezeichnet. Ihr wurde der Preis für ihre Arbeiten zur Nanoindentation von Formgedächtnislegierungen zugesprochen.

Wiley VCH-Posterpreis (2008): Dipl.-Ing. Dennis Peter und seinen Koautoren (G.B. Viswanathan, M. F.-X. Wagner und G. Eggeler) wurde auf der europäischen Werkstofftagung *Materials Science and Engineering* im September 2008 in Nürnberg der Wiley VCH-Posterpreis verliehen. Auf dem Poster wurde eine mikrostrukturelle Arbeit zur Extrusion und zum Kriechen von TiAl-Legierungen vorgestellt.

ThyssenKrupp Prize for Materials Innovation (2007): In July 2007, Dennis Peter and Lars Köllner were awarded the ThyssenKrupp Prize for Materials Innovation for their project work on the *Characterisation of Structures and Precipitation Behaviour in Duplex Steels*. The presentation of the prize took place during an excursion to the ThyssenKrupp shipyard Blom and Voss in Hamburg.

ThyssenKrupp Prize for Materials Innovation (2010): In 2010, Dr.-Ing. Janine Pfetzling-Micklich was awarded the ThyssenKrupp Prize for Materials Innovation. She received this award for her research on nanoindentation of NiTi shape memory alloys.

Wiley VCH Poster Prize (2008): Dipl.-Ing. Dennis Peter and his co-authors (G.B. Viswanathan, M. F.-X. Wagner and G. Eggeler) were awarded the Wiley VCH Poster Prize at the European Conference *Materials Science and Engineering* in September 2008 in Nurnberg. The poster depicts a micro-structural piece of work on the extrusion and creep of TiAl alloys.



Bild 135: Verleihung des ThyssenKrupp-Preises für Werkstoffinnovation an Janine Pfetzling-Micklich (2010). V.l.n.r.: Rektor E.Weiler (RUB), J. Pfetzling-Micklich, Dr. U. Middelmann (TK).

Fig. 135: ThyssenKrupp Award (2010) for Janine Pfetzling-Micklich (middle).

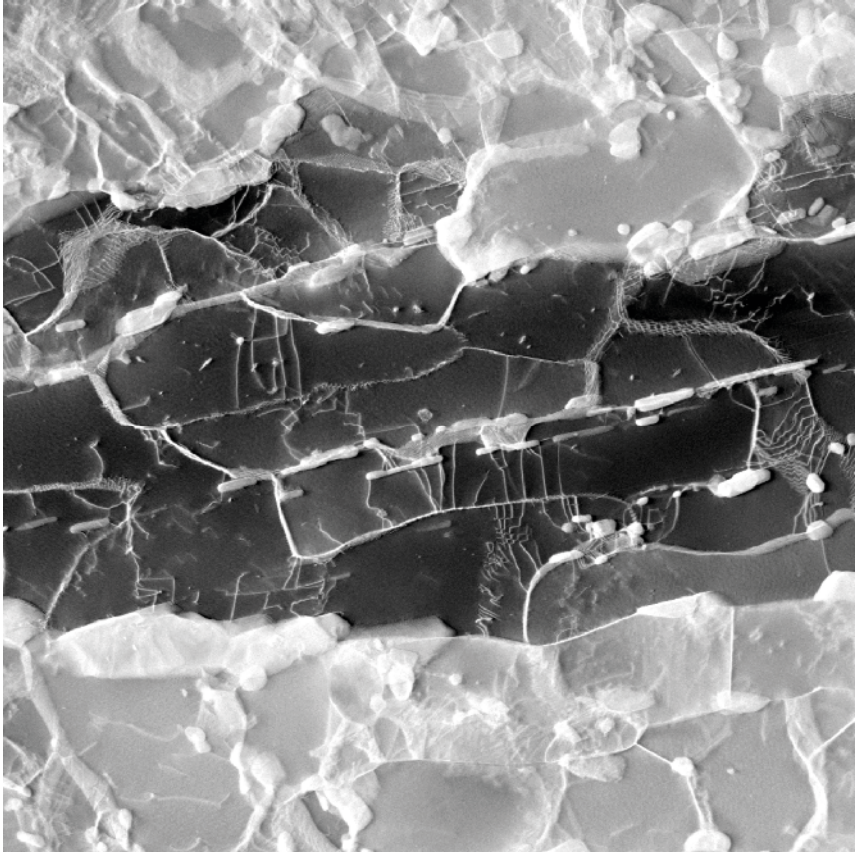


Bild 136: TEM-Aufnahme eines 12 % Cr-Stahls (FEG-TEM mit HAADF-Detektor, Vergrößerung 30.000 x), A. Aghajani.

Fig. 136: TEM micrograph of a 12 % Cr-steel (FEG-TEM with HAADF detector, magnification 30.000 x), A. Aghajani.

11. Ausblick

Hier soll ein kurzer Ausblick auf Entwicklungen gegeben werden, die unser Arbeitsleben in den nächsten Jahren prägen werden. Dazu gehören der anstehende Umzug in das neue Gebäude ICFO sowie Neuorientierungen in Forschung und Lehre. Dazu gehören aber vor allem die Forschungsarbeiten unserer jungen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die die Forschung am Lehrstuhl in den nächsten Jahren vorantreiben werden.

11. Outlook

Let us now turn our attention to the future with a brief overview of the developments that will shape our working lives in the coming years. These include the imminent move into the new ICFO building and changes taking place in research and teaching. Above all, these include the work which will be conducted by our young scientists who will be pursuing research at our Chair over the next few years.



Bild 137: Teil des Gebäudetraktes ICFO, in das wir im Jahr 2013 einziehen werden.

Fig. 137: Part of the building ICFO, where we will work from 2013 onwards.

Umzug des Instituts für Werkstoffe:

Die Planungen für den Umzug des Instituts für Werkstoffe und unseres Lehrstuhls sind abgeschlossen, die Renovierungs- und Umbauarbeiten haben begonnen. Wir haben unsere neuen Labor- und Büroräume sorgfältig geplant. Im Jahr 2013 werden wir aller Voraussicht nach in das Gebäude ICFO ziehen. Das Institut für Werkstoffe hat dort einen eigenen Gebäudetrakt, und unsere Laborlandschaft, die im alten Gebäude IA über die

Relocation of the Institute for Materials:

The planning for the relocation of the Institute for Materials and of our Chair is now complete; the renovation and reconstruction work has begun. We planned our new laboratory and office space very carefully. All being well, we will move into the ICFO building in 2013. The Institute for Materials has its own section within the building and our landscape of laboratories, which had grown organically over the decades in the old IA build-

Jahrzehnte organisch gewachsen ist, konnte erstmals systematisch geplant werden. Dies wird die Arbeitsbedingungen im Bereich der Elektronenmikroskopie verbessern (REMs und TEMs). Die uns im alten Bereich des Instituts für Werkstoffe zur Verfügung stehenden Flächen haben wir in etwa behalten können. Wir haben ausreichend Platz, wenn wir auch wegen immer weiter steigender Mitarbeiterzahlen gut planen müssen. Dabei hilft uns ein gutes Arbeitsklima am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft und am Institut für Werkstoffe.

ing, could for the first time be systematically planned. This will improve the working conditions for electron microscopy (SEM and TEM). We have been able to retain roughly the same amount of space that was at our disposal at the old location of the Institute for Materials. We have plenty of room, but are nevertheless obliged to plan well, due to the ever-increasing number of staff. We are helped immensely by the most agreeable working atmosphere at the Chair for Materials Science and Engineering and at the Institute for Materials.

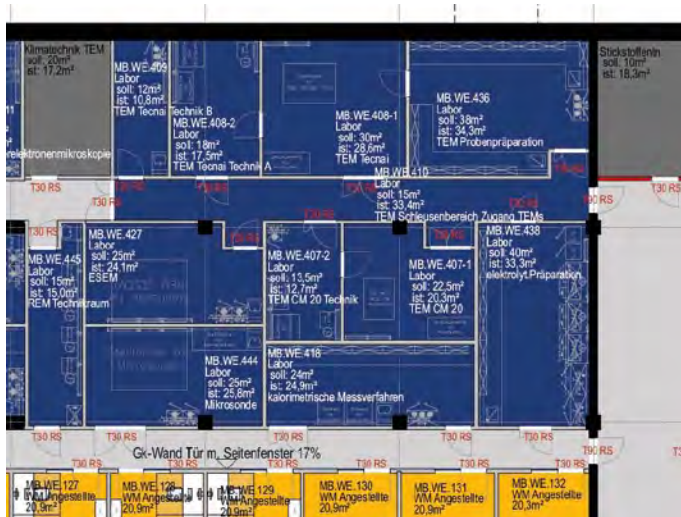


Bild 138: Planung des Laborbereichs in ICFO (verantwortlich: Dr. K. Neuking).

Fig. 138: Planning of laboratories in ICFO (responsible: Dr. K. Neuking).

Lehre / steigende Studierendenzahlen:

Beginnend mit dem Wintersemester 2011/12, liegt die Studierenden-Zahl sehr viel höher, als wir das aus der Vergangenheit gewohnt waren. An der Einführungsvorlesung *Werkstoffe* nehmen teilweise fast 500 Studierende teil. Die Vorlesungen für Fortgeschrittene werden von bis zu 50 Studierenden besucht. Außerdem verlangt unsere fortschreitende Internationalisierung nach neuen, englischsprachigen Lehrangeboten. Wer bei uns früher studiert hat, versteht, dass unser

Teaching & Increasing Student Numbers:

The number of students beginning the winter semester 2011/12 is much higher than we have been accustomed to in the past. At the introductory lecture on materials, almost 500 students listened attentively. The lectures for advanced students are attended by up to 50 participants. In addition, our ever-increasing degree of internationalization calls for new, English-language teaching modules. Anyone who studied here in the past would agree that our Institute for Materi-

Institut für Werkstoffe für diese neuen Anforderungen aufgerüstet werden musste. Wir haben uns auf eine erheblich höhere Lehrbelastung eingestellt. Dies betrifft Prüfungen und Praktika. Dies betrifft auch eine deutlich höhere Anzahl von Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten, die zu betreuen sind. Schwierig werden insbesondere die Jahre 2012 und 2013, weil für die neuen Master-Studiengänge *Werkstoff Engineering* und *Materials Science and Simulation* neue Vorlesungen konzipiert und ausgearbeitet werden müssen. Für uns hat eine qualitativ hochwertige, forschungsorientierte Lehre einen vorrangigen Stellenwert, und wir werden alles dafür tun, den neuen Anforderungen gerecht zu werden.

als needed to be upgraded to meet these new challenges. We have accepted and made provision for a significantly greater teaching load, which extends to both examinations and practical work. This also involves a significantly higher number of projects, bachelor's and master's theses, all of which need to be supervised. In particular the years 2012 and 2013 will be difficult, because new courses need to be designed and prepared for the new master's programs of Materials Engineering and Materials Science and Simulation. As far as we are concerned, high-quality research-oriented teaching is of prime importance and we will do everything in our power to satisfy these new demands.



Bild 139: Lehrende unseres Lehrstuhls bei Besprechung der Neuausrichtung in der Lehre.
Fig. 139: Discussing new challenges in materials education.

Forschung am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft: Im Dezember 2011 endete unser Sonderforschungsbereich 459 „Formgedächtnistechnik“, der uns über zwölf Jahre sehr gut versorgt hat. Er hat unsere Stellung an der Ruhr-Universität Bochum und innerhalb unserer Fakultät für Maschinenbau gestärkt, weil auch

Research at the Chair for Materials Science and Engineering: In December 2011, our Collaborative Research Centre 459 "Shape Memory Technology" closed its doors for the last time - an enterprise which had served us very well for over twelve years. It strengthened our position at the Ruhr-Universität Bochum and with-

andere davon profitieren konnten. Insbesondere hat er ermöglicht, am Institut für Werkstoffe eine leistungsfähige Infrastruktur aufzubauen und zu betreiben. Dies bezieht sich auf Neuanschaffungen von Großgeräten und auf die dazugehörigen Kosten für Wartungsverträge. Das betrifft aber auch Finanzmittel, die wir für die Veranstaltung von Symposien und Konferenzen und für Reisen zu wissenschaftlichen Veranstaltungen zur Verfügung hatten. Glücklicherweise endet diese Situation nicht mit dem Ende des SFB459 im Dezember 2011.

Neuer SFB/Transregio 103: Ende November wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft der Antrag zu einem neuen SFB/Transregio 103 bewilligt, den wir gemeinsam mit Kollegen aus Erlangen, Düsseldorf, Jülich und Köln gestellt hatten. Der SFB/Transregio 103 trägt den Titel „Vom Atom zur Turbinenschaufel - wissenschaftliche Grundlagen für eine neue Generation einkristalliner Superlegierungen“. Er nimmt im Januar 2012 seine Arbeit auf.

Einkristalline Nickelbasis-Superlegierungen stellen Schlüsselwerkstoffe für Turbinenschaufeln in modernen Gasturbinen für die Luftfahrt und für die Energieversorgung dar. Damit sind sie für die Mobilität unserer modernen Gesellschaft ebenso unverzichtbar wie für ihre nachhaltige Elektrizitätsversorgung, gleichgültig, ob bei letzterer fossile Brennstoffe oder die Solarthermie die Grundlage bilden. Höhere Wirkungsgrade bei höherer Nachhaltigkeit in Gasturbinen können nur über eine neue Einkristalltechnologie erreicht werden, die auf vier Kompetenzfeldern beruht:

(1) Dem Verständnis aller materialwissenschaftlichen Aspekte der Legierungsentwicklung, insbesondere des Einflusses von Gefügeinhomogenitäten im Gussgefüge (auf mikrostruktureller Skala) und der d-Schalen-Legierungselemente (auf atomarer Skala) auf thermodynamische

in our Faculty of Mechanical Engineering, as others were also able to benefit from it. In particular, it facilitated the development and operation of a powerful, efficient infrastructure, both in terms of new purchases of major equipment and the associated costs for maintenance contracts. It was also reflected in the funding that we had at our disposal for the organization of symposia and conferences and for travel to conferences abroad. Fortunately, this did not come to an end with the conclusion of SFB459, in December 2011.

New Collaborative Research Centre / SFB Transregio 103: *At the end of November 2011, the application for a new SFB/Transregio 103 was approved by the German Research Foundation, which we initiated together with colleagues from Erlangen, Düsseldorf, Jülich, and Cologne. The SFB/Transregio 103 is entitled "From the atom to the turbine blade - the scientific foundation for a new generation of single crystal super alloys". It will commence work in January 2012.*

Single-crystal nickel-based superalloys are the key materials in the production of turbine blades used in modern gas turbines for the aviation and energy supply industries. As such, they are indispensable and ensure both the mobility of our modern society and its sustainable electricity supply, regardless of whether the latter uses fossil fuels or solar thermal energy as its source. Higher efficiency at higher sustainability in gas turbines can be achieved only through a new single crystal technology drawing on four areas of expertise:

(1) The understanding of all of the materials science aspects of alloy development, in particular the effect of microstructure inhomogeneities in the cast structure (on a microstructural scale) and the d-shell alloy elements (on the atomic scale) on thermodynamic equilibria, the

Gleichgewichte, die Kinetik von Strukturbildungsprozessen und geschwindigkeitsbestimmende Erholungsschritte bei der Hochtemperaturverformung. (2) Der konsequenten Verbesserung und Erneuerung verfahrenstechnischer Prozesse für die Einstellung spezifischer Nano- und Mikrostrukturen mit besserer Homogenität und optimierten Eigenschaften. (3) Der Bereitstellung treffsicherer Werkstoffkennwerte durch Zugriff auf neue mechanische Prüfmethoden (miniaturisierte Kriech- und Ermüdungsproben, Nanometrologie) und mikrostrukturelle Untersuchungsmethoden (höchstauflösende, aberrations-korrigierte Durchstrahlungselektronenmikroskopie, tomographische Atomsonde). (4) Der skalenübergreifenden Modellierung von der atomistischen über die mesoskopische zur makroskopischen Ebene (physikalisch begründbare konstitutive Gleichungen), die sowohl die Prozessschritte bei der Herstellung zu verbessern hilft als auch das Werkstoffverhalten im Hochtemperatureinsatz umfassend beschreibt.

Es freut uns sehr, dass es uns mit Hilfe unserer Partner gelungen ist, in direkter Fortsetzung an den alten SFB459 den neuen SFB/Transregio 103 anzuschließen. Die intensiven Vorbereitungsarbeiten der letzten beiden Jahre des Berichtszeitraums haben sich gelohnt, und wir freuen uns auf den neuen Forschungsschwerpunkt. Bei der Einrichtung des neuen SFB/Transregio 103 hat uns die Anfinanzierung, die wir über das Materials Research Department (MRD, Sprecher: Prof. A. Ludwig) der Ruhr-Universität Bochum erhalten konnten, sehr geholfen. Dieses hat hier erstmals sein Potential als Plattform für das Voranbringen neuer, interdisziplinärer, materialwissenschaftlicher Großforschungsprojekte unter Beweis stellen können.

Formgedächtnislegierungen: Im Bereich der Formgedächtnislegierungen (FGL) haben wir uns in den letzten 12

kinetics of microstructural evolution and the kinetics of recovery processes in high temperature deformation. (2) The consistent improvement and renewal of technological processes for the production of specific nanostructures and microstructures with improved homogeneity and optimized properties. (3) The provision of more precisely-tailored material characteristics by access to new mechanical test methods (miniaturized creep and fatigue samples, nanometrology) and microstructural methods of examination (high resolution, aberration-corrected transmission electron microscopy, tomographic atom probe). (4) Multiscale modelling which comprehensively describes material behaviour on the atomistic (ab initio methods, molecular dynamics), through the mesoscopic (discrete dislocation modelling, thermodynamic and kinetic modelling of the microstructure) and the macroscopic level (physically justifiable constitutive equations). This will help to improve both processing and the understanding of high temperature deformation.

We were very pleased that we were able, with the help of our partners, to move seamlessly to the new SFB/Transregio 103 upon the conclusion of the now completed SFB459. As events have shown, the intensive preparatory work we undertook during the last two years of the reporting period was most worthwhile; we now look forward to the challenges of our new focus of research. In establishing the new SFB/Transregio 103, the initial financing that we received via the Materials Research Department of the Ruhr-Universität Bochum (MRD, Speaker: Prof. A. Ludwig) proved to be of tremendous help. For the first time, the MRD has proved its potential as a platform for advancing new, interdisciplinary, major materials science research projects.

Shape Memory Alloys: *In the field of shape memory alloys (SMA) we have achieved a very good international stand-*

Jahren durch den SFB459 ein sehr gutes internationales Standing erarbeiten können. Wir werden mit hoher Intensität in diesem Bereich weiterarbeiten. Drei Forschungsrichtungen denken wir derzeit an. Einmal wollen wir einen neuen Schwerpunkt bei Hochtemperaturformgedächtnislegierungen setzen. Dann sollen spezielle mikrostrukturelle Aspekte der Pseudoelastizität erforscht werden. Und schließlich wollen wir uns mit der Möglichkeit befassen, die martensitische Rückumwandlung für Kühlzwecke zu nutzen (ferroic cooling). In den drei genannten Gebieten bereiten wir Forschungsanträge vor.

Metallphysik und Werkstoffwissenschaft der Stähle: Gemeinsam mit unseren Kollegen am Institut für Werkstoffe, am ICAMS und am MPIE Düsseldorf planen wir auch neue Forschungsprojekte zu atomaren und mikrostrukturellen Aspekten von Strukturbildungsprozessen in Stählen. Dabei geht es z. B. um die Segregation leichter Elemente an inneren Grenzflächen und um die Elementarprozesse, die die Bildung komplexer intermetallischer Phasen begünstigen. Auch in diese Richtung werden Forschungsanträge vorbereitet.

Laufende Arbeiten: Wie unsere Zukunft in der Forschung aussieht, lässt sich am besten an den Forschungsprojekten festmachen, die gegen Ende des Berichtszeitraums in Angriff genommen wurden und an denen unsere Mitarbeiter aktuell arbeiten. Wir listen sie hier, geordnet in alphabetischer Reihenfolge der Nachnamen der Mitarbeiter, auf;

Alireza Basir Parsa. TEM an einkristallinen Ni-Basis Superlegierungen: Alireza Basir Parsa ist ein SurMat-Doktorand am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft. Er setzt die Durchstrahlungselektronenmikroskopie (TEM) ein, um Versetzungsstrukturen zu untersuchen,

ing over the past 12 years, thanks to SFB459. We will continue to work extremely intensively in this area. We are currently considering three directions for our research. For one thing, we want to concentrate on high temperature shape memory alloys. Then specific microstructural aspects of pseudo-elasticity need to be investigated. And finally, within the framework of a new program, we intend to focus on the possibility of using the reverse martensitic transformation for cooling purposes (ferroic cooling). We are currently preparing research proposals in these three fields.

Metal Physics and the Materials Science of Steels: *Together with our colleagues at the Institute for Materials, at ICAMS and at the MPIE Düsseldorf we are also planning new research projects on the atomic and microstructural aspects of the formation of microstructure in steels. This involves for example the segregation of lighter elements at internal interfaces and the elementary processes that promote the formation of complex intermetallic phases. Research proposals are also being drafted on these topics.*

Work in Progress: *What the future holds for us in terms of research can best be prophesied by considering the research projects that were initiated towards the end of the reporting period and those on which we are currently working. We list them here, in alphabetical order by the last name of the investigator;*

Alireza Basir Parsa. TEM of single crystal Ni-base super alloys: *Alireza Basir Parsa is a doctoral student who follows the curriculum of the International Max Planck Research School SurMat. In his research he uses diffraction contrast transmission electron microscopy to study*



Bild 140: Teilnehmer am Doktorandenseminar in Soest, Oktober 2011.
Fig. 140: Participants in the scientific seminar in Soest, October 2011.

die sich bei der Hochtemperaturverformung einkristalliner Ni-Basis-Superlegierungen bilden. Er benutzt ein TEM mit einer Feldemissionskathode, das er im STEM-Modus betreibt. Dies erlaubt ihm, Versetzungen in größeren Probenbereichen zu untersuchen. Er setzt eine Stereomethode ein, um sich einen Eindruck von der räumlichen Anordnung von Versetzungsstrukturen zu verschaffen. Ein Ziel seiner Arbeit besteht darin, herauszufinden, ob man mikrostrukturelle Hinweise auf Erholungsprozesse (Auslöschung von Versetzungen) findet. Ein anderer Aspekt seiner Arbeit ist die Untersuchung der Wechselwirkung zwischen Versetzungsplastizität und der Vergrößerung der γ' -Phase.

Hinrich Buck. Einfluss von Zusammensetzung und Gefüge einkristalliner Superlegierungen auf das Kriechverhalten: Hinrich Buck arbeitet an einkristallinen Superlegierungen. Dabei setzt er einen Schwerpunkt bei der Erfassung präziser einachsiger Kriechdaten aus dem Temperaturbereich oberhalb von 1000°C und beschreibt die Schädigungsentwick-

dislocation structures which have formed in Ni-based single crystal super alloys during plastic deformation at high temperatures (creep conditions). He uses a FEG TEM in the STEM-mode which allows him to investigate representative specimen volumes. He also applies a stereo technique to obtain information on the spatial arrangement of dislocation substructures. One focus of his work is to find out whether it is possible to collect microstructural evidence for recovery processes (annihilation of dislocations). Another aspect of his research work is to identify microstructural scenarios which reflect the interaction of dislocation plasticity and rafting (directional coarsening of the γ' -structure).

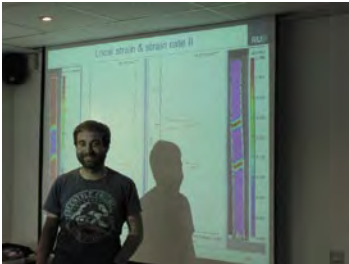
Hinrich Buck. Influence of Composition and Microstructure of Monocrystalline Superalloys on Creep Behaviour: Hinrich Buck is working on single-crystal superalloys. He is concentrating on recording precise uniaxial creep data from the temperature range above 1000°C, and describes the development of damage which is initiated by cast micro porosity.

lung, die von Mikroglussporen ausgeht. Zu diesem Zweck betrachtet er Legierungen, die verschiedene Zusammensetzungen aufweisen (unterschiedliche Re-Gehalte) und die unter verschiedenen Bedingungen abgegossen wurden. Die elementaren Schädigungsprozesse untersucht er mit Hilfe der orientierungsabbildenden Rasterelektronenmikroskopie.

Timo Depka. Co-Re-X-Hochtemperaturlegierungen: Timo Depka befasst sich mit dem Kriechverhalten und der Rolle der Mikrostruktur von Legierungen auf der Basis von Mo-Si-B und Co-Re. Das Projekt ist in die DFG-Forscherguppe *Beyond Ni-Base Superalloys* eingebettet, die sich mit der Entwicklung kriechfester Legierungen für den Einsatz oberhalb 1200°C beschäftigt. Zur Bestimmung von Referenzdaten führt Timo Depka Kriechversuche bei 1100°C in Luft und unter Schutzgas durch.

To this end, he is studying alloys that are of differing compositions (different Re contents), which were cast under differing conditions. He performs creep tests and is studying the elementary damage processes with the help of orientation imaging scanning electron microscopy.

Timo Depka. Co-Re-X high temperature alloys: Timo Depka studies creep and the influence of creep on microstructure of high temperature alloys in Mo-Si-B and Co-Re systems. His project is part of a DFG-funded research group entitled *Beyond Ni-Base Superalloys* which aims at developing creep resistant materials for temperatures above 1200°C. One objective of Timo Depka's work is to compare the 1100°C creep behaviour of these alloys to the creep characteristics of state of the art single crystal super alloys.



Andreas Schäfer



Tobias Simon

Bild 141: Zwei Wissenschaftler, die uns gegen Ende des Berichtszeitraums verlassen haben (Doktorandenseminar, Soest, Oktober 2011).

Fig. 141: *Two scientists who left our group towards the end of the reporting period (Seminar in Soest, October 2011).*

Dazu verwendet er eine speziell umgerüstete Kriechapparatur. Das Kriechverhalten dieser „neuen“ Legierungen wird kritisch mit dem Verhalten herkömmlicher Nickelbasis-Superlegierungen verglichen. Zudem soll der Einfluss der Kriechbelastung auf die Mikrostruktur bestimmt werden, um Mechanismen der plastischen Verformung und der mikrostrukturellen Schädigungsakkumulation zu identifizieren. In diesem Rahmen werden auch Untersuchungen am Durchstrahlungselektronenmikroskop (TEM) durchgeführt. Für die Herstellung von TEM-Folien kommen auch fokussierte Ionenstrahlen (FIB) zum Einsatz.

Jenna Heyer. Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen: Jenna Heyer arbeitet in der Forschungsgruppe von Frau Dr.-Ing. Janine Pfetzling-Micklich an einer experimentellen Doktorarbeit zu mechanischen Eigenschaften von einfachen Metallen wie Cu und Au auf sehr kleinen Längenskalen (Nanomechanik). Einen experimentellen Schwerpunkt ihrer Arbeit werden Untersuchungen mit Hilfe der In-situ-Nanoindentation im Rasterelektronenmikroskop darstellen. Dabei soll ein Mikroscherversuch entwickelt werden.

Stefanie Jaeger. Modellierung des Verhaltens von FGL: Stefanie Jaeger arbeitet mit dem phänomenologischen Modell von Müller, Achenbach und Seelecke (MAS-Modell), um das thermisch/mechanisch gekoppelte Umwandlungsverhalten von NiTi-Formgedächtnislegierungen zu beschreiben. Dazu werden zunächst einfache thermische und mechanische Modellexperimente durchgeführt, aus denen Inputdaten und Modellparameter abgeleitet werden können und welche Daten für die Validierung des Modells bereitstellen. Im Rahmen des Projekts soll überprüft werden, ob das MAS-Modell erweitert werden kann. Dabei geht es einmal um die Möglichkeit, auch zweistufige Umwandlungen beschreiben zu können (von B2 Austenit zur R-Phase

He uses a special creep machine where 1100°C creep tests can be performed in air and under specific protective atmospheres. Another objective is to study the influence of creep on microstructure and to identify the elementary mechanisms which are responsible for high temperature plasticity and for damage accumulation under creep conditions. Timo Depka uses transmission electron microscopy (TEM) as a tool to study microstructures and he prepares TEM-foils using a focused ion beam (FIB) device.

Jenna Heyer. Mechanical Properties in Small Dimensions: Jenna Heyer is working in Dr.-Ing. Janine Pfetzling-Micklich's research group, on an experimental thesis on the subject of the mechanical properties of simple metals such as Cu and Au in small dimensions (experimental nanomechanics). The experimental focus of her work consists of investigations using in-situ nanoindentation in the scanning electron microscope. One of the research objectives is the development of an in-situ shear experiment.

Stefanie Jaeger. Modelling of shape memory alloys – input data, implementation and validation: Stefanie Jaeger uses the phenomenological model of Müller, Achenbach and Seelecke (MAS-model) to describe the transformation behaviour of NiTi shape memory alloys which is characterized by a coupling of thermal and mechanical processes. For this purpose, simple thermal and mechanical model experiments need to be performed which allow to obtain input data and which can serve as benchmark experiments. The objective of the project is to find out whether it is possible to extend the MAS-model in two directions. First an effort will be made to address two step transformations (from B2 austenite through R-phase to B19' martensite). Then the

und dann zu B19' Martensit). Zum Anderen soll die sehr starke Abhängigkeit der Phasenübergangstemperaturen vom Ni-Gehalt abgebildet werden.

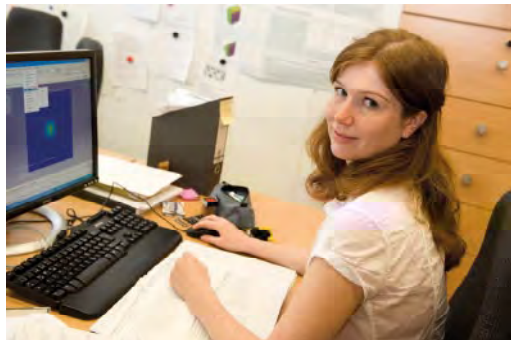


Bild 142 / Fig. 142:
Stefanie Jaeger.

Guillaume Laplanche kommt aus Frankreich, er hat an der Université de Poitiers bei Prof. Joël Bonneville promoviert. Guillaume ist seit September 2011 bei uns, er arbeitet in der Gruppe von Janine Pfetzinger-Micklich und beschäftigt sich mit mechanischen und mikrostrukturellen Aspekten der Nanoindentation von NiTi-Formgedächtnislegierungen.

Burkhard Maaß. Herstellung und Charakterisierung von ternären und quaternären NiTi-X-Y Formgedächtnislegierungen: Burkhard Maaß forscht auf dem Gebiet der Entwicklung und Herstellung von Formgedächtnislegierungen (FGL) auf Basis von NiTi. Im Rahmen seiner Doktorarbeit beschäftigt er sich schwerpunktmäßig mit quaternären NiTiCu(X)-Legierungen. Ziel seiner Arbeiten ist die Entwicklung einer bei Raumtemperatur pseudoelastischen FGL. NiTiCu-Legierungen weisen gegenüber binären NiTi-Formgedächtnislegierungen bessere funktionelle Eigenschaften auf. Allerdings liegen die Phasenumwandlungstemperaturen mit 50 - 100°C relativ hoch, so dass diese Materialien bei Raumtemperatur nur einen Einwegeffekt zeigen. Burkhard Maaß versucht, durch die Zugabe eines vierten Elements (V, Cr, Fe, Co) eine entsprechende Legie-

strong Ni-dependence of all phase transformation temperatures will be tackled.

Guillaume Laplanche comes from France. He finished his PhD at Université de Poitiers with Prof. Joël Bonneville. Since September 2011 Guillaume works as a Postdoc in Bochum in Janine Pfetzinger-Micklich's group on mechanical and microstructural aspects of nanoindentation in NiTi shape memory alloys.

Burkhard Maaß. Alloy development and processing of NiTi-based shape memory alloys (SMAs). The objective of his PhD thesis is the development of a pseudoelastic quaternary NiTiCu(X) alloy which outperforms binary NiTi SMAs by a higher functional stability. It is known that SMAs on the basis of ternary NiTiCu show better functional properties as compared to binary NiTi alloys. Nevertheless, the phase transition temperatures of NiTiCu alloys are relatively high (50 – 100°C), and thus, these materials can only provide a one way (shape memory) effect at room temperature. Burkhard Maaß attempts to lower the phase transition temperatures by adding V, Cr, Fe and Co as a fourth element to NiTiCu. Therefore, he prepares small (approx. 50 g) NiTiCuX ingots with different compositions by arc melting. The chemical compositions, thermal properties (phase tran-

rung mit niedrigeren Umwandlungstemperaturen zu realisieren. Dazu werden in einem Lichtbogenofen kleine (ca. 50 g) NiTiCuX-Ingots hergestellt, die anschließend chemisch, thermisch, röntgenographisch und mikroskopisch untersucht werden. Ein besonderes Augenmerk gilt dabei der kristallographischen Kompatibilität zwischen Hoch- und Niedertemperaturphase, da diese die funktionelle Stabilität der Legierungen bestimmt.

Alexander Matz. Metallische Schäume: Alexander Matz arbeitet bei uns als externer Doktorand (von der Hochschule Pforzheim, Prof. N. Jost). Er beschäftigt sich mit offenporigen Metallschäumen / offenporigen zellulären Strukturen auf Metallbasis. Dabei erforscht er die Zusammenhänge zwischen den Morphologieparametern (z. B. Zellgrößen, Stegrößen,...), den mikrostrukturellen Kennwerten (Korngröße, Versetzungsdichte,...) und den mechanischen Eigenschaften der zellulären Systeme. Die Arbeit umfasst das Bereitstellen von Vorlegierungen, die Herstellung von Schäumen, die quantitative metallographische Beschreibung der Werkstoffe und die Ermittlung der mechanischen Eigenschaften (Druckfestigkeit).

Safa Mogharebi. Formgedächtnispolymere: Safa Mogharebi arbeitet in seiner Doktorarbeit in der Gruppe von Herrn Dr. Klaus Neuking an Formgedächtnispolymeren. Dabei handelt es sich um Ko-Polymere, bei denen ein Bestandteil entropieelastische Eigenschaften aufweist, während der andere eine geeignete Glastemperatur besitzt. Bei hohen Temperaturen ist diese Komponente flüssig, man kann die Kettenabschnitte der anderen Komponente strecken. Kühlt man unter Last ab, friert man die gestreckten Ketten ein. Bei Temperaturerhöhung über die Glastemperatur der anderen Komponente, ziehen sich die Ketten wieder zusammen (Einwegeffekt). In der Arbeit von Safa Mogharebi geht es um

sition temperatures), microstructures and mechanical properties of the alloys are investigated. A special focus lies on the crystallographic compatibility between the high and low temperature phase because this parameter represents a very important factor for the functional / cyclic stability of NiTi based SMAs.

Alexander Matz. Metallic Foams: Alexander Matz is working with us as an external PhD student (based at the University of Pforzheim, Prof. N. Jost). He is involved with open-cell metal foams / open-pore metal-based cellular structures. To this end, he explores the relationships between the morphology parameters (i.e. cell sizes, ridge sizes, ...), the microstructural characteristics (grain size, dislocation density, ...) and the mechanical properties of cellular systems. The work includes the provision of master alloys, the production of foams, the quantitative metallographic description of the materials and the determination of mechanical properties (compressive strength).

Safa Mogharebi. Shape Memory Polymers: Safa Mogharebi is working on shape memory polymers for his doctoral thesis. This work involves co-polymers in which one part exhibits entropy elastic properties while the other exhibits a suitable glass temperature. At high temperatures, this component is a liquid, while the chains of the other component can be stretched. Cooled down under load, the elongated chain samples are frozen. When an increase in temperature above the glass temperature of the other component takes place, the chains retract back together (one-way effect). Safa Mogharebi's work involves the manufacture of components using commercial granules with the aid of a polymer extruder. Also

die Herstellung von Komponenten aus kommerziellen Granulaten mit Hilfe einer Spritzgießmaschine. Es werden auch Zugproben und Torsionsproben gespritzt, die dann mechanisch charakterisiert werden. Ziel ist, das Gesamtverhalten von FG-Polymeren im relevanten Spannungs-Dehnungs-Temperatur-Raum zu beschreiben.

tensile samples and torsion samples are produced by extrusion, which are then mechanically characterized. The aim is to describe the overall behaviour of SM-polymers in the relevant stress-strain-temperature space.



Bild 143: Bilder vom Doktorandenseminar in Soest, Oktober 2011.

Fig. 143: Pictures from our seminar in Soest, October 2011.

Philipp Nörtershäuser. Kriechanisotropie einkristalliner Ni-Basis-Superlegierungen: Philipp Nörtershäuser arbeitet mit der einkristallinen Nickelbasis-superlegierung LEK 94. Dabei setzt er eine Miniaturkriechprobe ein, um das Kriechverhalten oberhalb von 1000°C zu untersuchen. Dabei geht es insbesondere um die kristallographische Anisotropie, wobei die Zugkriechverhalten in $\langle 100 \rangle$ - und $\langle 110 \rangle$ -Richtungen verglichen werden. Philipp Nörtershäuser versucht, mit Hilfe eines neuen Verfahrens Versetzungsdichten im Rasterelektronenmik-

Philipp Nörtershäuser. Creep Anisotropy of Monocrystalline Ni-based Superalloys: For his doctorate, Philipp Nörtershäuser is working on the LEK 94 single crystal Ni-based super alloys. He uses a miniature creep specimen to investigate creep behaviour at temperatures in excess of 1000°C. Of particular interest is the crystallographic anisotropy of creep, where the tensile creep behaviours in the $\langle 100 \rangle$ and $\langle 110 \rangle$ directions are compared. Philipp Nörtershäuser is attempting to determine dislocation densities with the scanning electron microscope,

roskop zu bestimmen. Er arbeitet auf diesem Gebiet eng mit Dr. Leonardo Agudo zusammen, der die verformten Legierungen im Durchstrahlungselektronenmikroskop untersucht. Ein weiteres Ziel der Untersuchungen besteht darin, herauszuarbeiten, wie sich Abweichungen von bestimmten Orientierungen (z. B. von der $\langle 100 \rangle$ - oder von der $\langle 110 \rangle$ -Richtung) beim Kriechen bemerkbar machen.

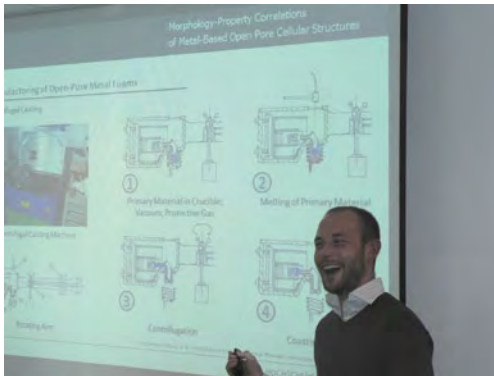
Mustafa Rahim. Ermüdung von pseudoelastischem NiTi: Mustafa Rahim befasst sich in seiner Doktorarbeit mit dem Einfluss von kleinen Kohlenstoffgehalten auf die Ermüdungsfestigkeit von Nickel-Titan-Legierungen. Es geht dabei um pseudoelastische Legierungen, die in der Medizintechnik eingesetzt werden (Stents). Es werden Ingots mit verschiedenen Kohlenstoffgehalten hergestellt. Die chemische Zusammensetzung wird nasschemisch erfasst, die Mikrostruktur wird charakterisiert. Dann wird die Ermüdungslebensdauer in selbstkonstruierten Umlaufbiegeermüdungsständen erfasst. Ziel ist, die Rolle von Einschlüssen (Karbiden, Oxiden) bei der Ermüdungsrisseinleitung und -ausbreitung zu dokumentieren und mikromechanisch zu beschreiben.

Christopher Rynio. Hochtemperaturverschleiß: Christopher Rynio befasst sich mit dem Hochtemperaturverschleiß von hochfesten Nickelwerkstoffen vom Typ Nimonic 80A. Dabei besteht Interesse an oszillierendem Verschleiß bei Temperaturen um 400°C . Für diese Untersuchungen wurde ein neues Tribometer beschafft, das von Christopher Rynio eingefahren wurde. In seiner Arbeit geht es insbesondere um die Aufklärung der Elementarmechanismen des Hochtemperaturverschleißes.

using a new method. In this field, he is working closely with Dr. Leonardo Agudo, who is investigating deformed alloys with the transmission electron microscope. A further aim of the investigations is to work out how deviations from specific orientations (e.g. from the $\langle 100 \rangle$ or the $\langle 110 \rangle$ directions) become noticeable under creep conditions.

Mustafa Rahim. Fatigue of pseudo elastic NiTi: *In his doctoral thesis, Mustafa Rahim deals with the influence of small carbon contents on the fatigue resistance of nickel-titanium alloys. This involves pseudo elastic alloys which are used in medical technology (stents). Ingots are produced of differing carbon contents. The chemical composition is determined using wet chemical analysis, the microstructure is characterized. Then the fatigue life is measured using rotating bending fatigue test rigs which were designed in-house. The goal is to document the role of inclusions (carbides, oxides) in fatigue crack initiation and propagation and to analyse their role during their fatigue life.*

Christopher Rynio. High Temperature Wear: *Christopher Rynio deals with the high temperature wear of high strength nickel-based materials of type Nimonic 80A. His interest is in oscillating wear at temperatures of around 400°C . For these investigations, a new tribometer was procured which was set up and run in by Christopher Rynio. His work is particularly concerned with the elementary mechanisms of high temperature wear.*



Alexander Matz



Alexander Straumal



Philip Wollgramm

Bild 144: Drei Mitarbeiter, die gegen Ende des Berichtszeitraums ihre Doktorarbeiten begonnen haben (Doktorandenseminar, Soest, Oktober 2011).

Fig. 144: Three members of our group who started their research work at the end of the reporting period. Seminar in Soest, October 2011.

Ramona Rynko. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an Hochtemperatur-FGL: Ramona Rynko hatte sich in ihrer Masterarbeit mit der Analyse von Versetzungsstrukturen in CoRe-Legierungen befasst. In ihrer Doktorarbeit wendet sie die Durchstrahlungselektronenmikroskopie an, um Hochtemperatur-FGL auf TiTa-Basis zu untersuchen. Dabei beschäftigt sie sich mit den Strukturbildungsprozessen bei der Herstellung dieser Werkstoffe. Außerdem untersucht sie die Elementarprozesse, die zur martensitischen Umwandlung führen.

Alexander Straumal. Bildung von Flüssigphase an Korngrenzen von Legierungen beim Aufschmelzen im Zweiphasenbereich: Alexander Straumal kommt von der Nationaluniversität für Wissenschaft und Technologie in Moskau (MISIS) und untersucht die Bildung neuer Phasen an Korngrenzen bei hohen Temperaturen. Dabei betrachtet er metallische Systeme wie CuIn, CuAg und FeNdB, die bei hohen Temperaturen zweiphasig vorliegen (fest/flüssig). Wenn man die Legierungen in den Zweiphasenbereich erhitzt, beginnt das Schmelzen an Korngrenzen. Dabei spielen Grenzflächenenergien und Benetzbarkeiten eine Rolle. Alexander Straumal setzt in der Gruppe von Victoria Yardley die orientierungsabbildende Rasterelektronenmikroskopie ein, um zu untersuchen, wie der Korngrenzencharakter diese Benetzbarkeit beeinflusst.

Philip Wollgramm. Kriechvorverformung von einkristallinen Superlegierungen: Philip Wollgramm beschäftigt sich mit den mechanischen Eigenschaften einkristalliner Ni-Basis-Superlegierungen, die einer Kriechvorverformung ausgesetzt waren. Die Kriechvorverformung wird mit Hilfe von Miniaturkriechproben durchgeführt, die mit Hilfe eines kombinierten Verfahrens (Laue-Methode / Funkenerosion) sehr präzise orientiert werden können. Im Anschluss an die Kriechvorverformung

Ramona Rynko. Electron Microscopy Investigation of High Temperature SMAs: In her master thesis Ramona Rynko dealt with the analysis of dislocation structures in CoRe alloys. In her doctoral thesis, she uses transmission electron microscopy in order to study high temperature TiTa-based SMAs. She deals with the structural processes which take place during the processing of these materials. She is also investigating the elementary processes that govern the martensitic transformation.

Alexander Straumal. Parameters governing the formation of liquid phase at grain boundaries of alloys during heating into two phase solid/liquid regions of the phase diagram: Alexander Straumal from the National University for Science and Technology in Moscow (MISIS) investigates the formation of new phases at grain boundaries exposed to high temperatures. He considers systems like CuIn, CuAg and FeNdB which exhibit two phase regions (liquid/solid) at high temperatures. When these alloys are heated in the temperature range of the two phase field, melting can start at the grain boundaries. Parameters like interfacial energies and wettability govern this process. Alexander Straumal works in the group of Victoria Yardley and uses orientation imaging scanning electron microscopy to investigate the influence of grain boundary character on wetting.

Philip Wollgramm. Creep Predeformation of Single Crystal Superalloys: Philip Wollgramm is concerned with the mechanical properties of single crystal Ni-based superalloys, which have been exposed to creep pre-deformation. The creep pre-deformation is performed using miniature creep specimens which can be precisely oriented by using a combined method (Laue method / electric discharge machining). Following the creep pre-deformation, tensile tests and fatigue tests are carried out after different stages of

werden Zugversuche und Ermüdungsversuche an unterschiedlich vorverformten Materialzuständen durchgeführt. Die Entwicklung der Mikrostruktur in den Versuchsreihen (Temperaturbereich: oberhalb von 1000°C) wird mit Hilfe der Raster- und Durchstrahlungselektronenmikroskopie untersucht.



predeformation. The development of the microstructure in the series of tests (temperature range: above 1000°C) is studied using scanning and transmission electron microscopy.

Bild 145: Jian Zhang (rechts) mit Yunzhi Wang von der Ohio State University beim Abschluss-symposium des SFB459 im September 2011.

Fig. 145: Jian Zhang (on the right) with Yunzhi Wang from The Ohio State University at the Concluding Symposium of the SFB459, September 2011.

Jian Zhang. Mikrostrukturelle Untersuchungen zur funktionellen Ermüdung in Formgedächtnislegierungen:

Jian Zhang kommt von der Jiaotong Universität in Xi'an (China). Er arbeitet mit einem AvH-Stipendium an unserem Lehrstuhl. Jian untersucht die mikrostrukturellen Phänomene, die für die funktionelle Ermüdung verantwortlich sind. Hierfür führt er thermische und mechanische Untersuchungen durch und setzt die Durchstrahlungselektronenmikroskopie (in-situ und post mortem) ein. Er beschäftigt sich außerdem mit Hochtemperatur-Formgedächtnislegierungen, wobei er sich mit der Herstellung, der Ermittlung von Eigenschaften und mit mikrostrukturellen Elementarprozessen beschäftigt, die die martensitische Umwandlung bestimmen.

Jian Zhang. Microstructural Investigation of Functional Fatigue in Shape Memory Alloys: Jian Zhang hails from the Jiaotong University in Xi'an (China). He is working at our Chair as an Alexander von Humboldt fellow. Jian is analysing the microstructural phenomena, which are responsible for functional fatigue in shape memory alloys. To this end, he conducts thermal and mechanical investigations in combination with transmission electron microscopy (in-situ and post mortem). He also deals with high temperature shape memory alloys, where he focuses on the processing, the identification of properties and microstructural elementary processes, which govern the martensitic transformation.

12. Veröffentlichungen**12. Publications**

2006: F.Budillon, T.Gries, K.Neuking, G.Eggeler, Knitting of biocompatible materials with high potential of development, *Tekstil*, 55 (2006) pp. 576-577

J.Frenzel, M.Frotscher, V.Petzold, K.Neuking, G.Eggeler, K.Weinert, NiTi shape memory alloy metallurgy – fabrication of ingots and sputter targets, *Proc. of SMST 2004*, M.Mertmann (Ed.), ASM International, 2006, pp. 223-228

E.Hornbogen, Comparison of shape memory metals and polymers, *Adv. Eng. Mat.*, 8 (2006) pp. 101-106

M.Humburg, G.Eggeler, M.F.-X.Wagner, Thermo-Kombiventile: Thermomagnet im Standheizbetrieb, *Automobiltechnische Zeitschrift*, 108 (2006) pp. 196-203

O.Kastner, Molecular-dynamics of the shape memory effect – Part II: thermodynamics of a small system, *Continuum Mech. Thermodyn.*, 18 (2006) pp. 63-81

J.Khalil-Allafi, G.Eggeler, W.Schmahl, D.Sheptyakov, Quantitative phase analysis in microstructures which display multiple step martensitic transformations in Ni-rich NiTi shape memory alloys, *Mat. Sci. Eng.*, A438-A440 (2006) pp. 593-596

M.Kolbe, T.Lierfeld, G.Eggeler, D.M.Herlach, Experimental investigation of the interaction of a dendritic solidification front with foreign particles, *Microgravity Sci. Techn.*, 18 (2006) pp. 170-173

A.Kostka, G.Mälzer, G.Eggeler, High-temperature dislocation plasticity in the single-crystal super alloy LEK 94, *J. Microscopy*, 223 (2006) pp. 295-297

A.Kröger, R.Wernhardt, Ch.Somsen, G.Eggeler, A.Wieck, In situ transmission electron microscopy of the strain induced formation of B19' martensite in a NiTi shape memory alloy structured by an ion beam, *Mat. Sci. Eng.*, A 438-440 (2006) pp. 513-516

J.Michutta, Ch.Somsen, A.Yawny, A.Dlouhy, G.Eggeler, Elementary martensitic transformation processes in Ni-rich NiTi single crystals with Ni₄Ti₃ precipitates, *Acta Mat.*, 54 (2006) pp. 3525-3542

J.Richter, M.F.-X.Wagner, D.Grönemeyer, G.Eggeler, Development and fatigue experiments of a novel nonlinear medical drilling device containing a flexible NiTi shaft, *Proc. of SMST 2004*, M.Mertmann (Ed.), ASM International, 2006, pp. 131-136

M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Stress and strain states in a pseudoelastic wire subjected to bending rotation fatigue, *Mech. Mater.*, 38 (2006) pp. 1012-1025

M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, New aspects of bending rotation fatigue in ultra-fine-grained pseudo-elastic NiTi wires, *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)*, 97 (2006) pp. 1687-1696

M.F.-X.Wagner, J.Frenzel, G.Eggeler, Evolution of microstructural parameters during cycling of NiTi and their effect on mechanical and thermal memory, *Proc. of SMST 2004*, M.Mertmann (Ed.), ASM International, 2006, pp. 103-109

M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Multiple stress plateaus during complex mechanical cycling of pseudo elastic NiTi wires, in: Proc. of SMST 2006, B.Berg, M.R.Mitchell, J.Proft (Eds.), ASM International, 2006, pp. 579-587

Z.Zhang, J.Frenzel, K.Neuring, G.Eggeler, Vacuum induction melting of ternary NiTiX (X=Cu, Fe, Hf, Zr) shape memory alloys using graphite crucibles, Mat. Trans., 47 (2006) pp. 1-9

Z.Zhang, J.Frenzel, Ch.Somsen, J.Pesicka, K.Neuring, G.Eggeler, Orientation relationships between TiC carbides and B2 phase in as-cast and heat-treated NiTi shape memory alloys, Mat. Sci. Eng., A 438-440 (2006) pp. 879-882

Z.Zhang, J.Pfetzting, J.Frenzel, K.Neuring and G.Eggeler, SEM micrographs from NiTi-based shape memory alloys after mechanical polishing and electropolishing, Prakt. Met., 43 (2006) pp. 598-612

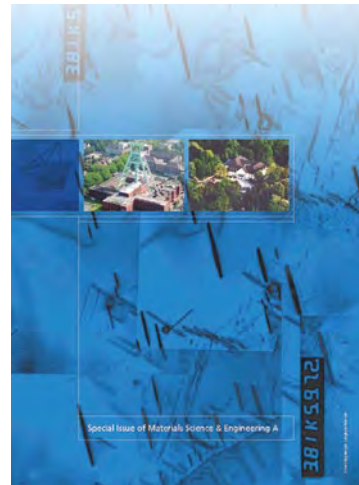


Bild 146: Umschlaggrafik des MSE A Sonderbandes der ESOMAT 2006.

Fig. 146: Cover graphics of the special MSE A issue of ESOMAT 2006.

2007: S.Brookes, H.-J.Kühn, B.Skrotzki, H.Klingelhöffer, R.Sievert, J.Pfetzting, G.Eggeler, Axial torsional thermomechanical fatigue of Ti-45Al-5Nb-0.2B-0.2C, in: Ti-2007 Science and Technology, M.Niinomi, S.Akiyama, M.Hagiwara, M.Ikeda, K.Maruyama (Eds.), The Japan Institute of Metals, Sendai, Japan (2007), pp. 679-682

J.Frenzel, Z.Zhang, Ch.Somsen, K.Neuring, G.Eggeler, Influence of carbon on martensitic phase transformations in NiTi shape memory alloys, Acta Mat., 55 (2007) pp. 1331-1341

M.Frotscher, C.Menges, O.Th.Diehl, G.Eggeler, The Effect of thermo-mechanical treatments on the microstructure of pseudoelastic NiTi with reference to spectacle frame components, Prakt. Met., 44 (2007) pp. 317-333.

M.Frotscher, A.Kröger, C.Somsen, K. Neuking, R.Steegmüller, A.Schüßler, G.Eggeler, Scanning electron microscopic investigation of the microstructure of pseudoelastic NiTi-stents, *Prakt. Met.*, 44 (2007) pp. 208-220

A.Kostka, G.Mälzer, G.Eggeler, A.Dlouhy, S.Reese, T.Mack, L12-phase cutting during high temperature and low stress creep of a Re-containing single crystal super alloy, *J. Mat. Sci.*, 42 (2007) pp. 3951-3957

A.Kostka, K.-G.Tak, R.J.Hellmig, Y.Estrin, G.Eggeler, On the contribution of carbides and micrograin boundaries to the creep strength of tempered martensite ferritic steels, *Acta Mat.*, 55 (2007) pp. 539-550

T.Lierfeld, P.Gandham, M.Kolbe, T.Schenk, H.M.Singer, G.Eggeler, D.M.Herlach, Particle incorporation in metallic melts during dendritic solidification-undercooling experiments under reduced gravity, *Mat. Sci. Eng.*, A449 (2007) pp. 689-692

G.Mälzer, R.W.Hayes, T.Mack, G.Eggeler, Miniature specimen assessment of creep of the single-crystal superalloy LEK 94 in the 1000°C temperature range, *Met. Mat. Trans.*, 38 A (2007) pp. 314-327

H.J.Maier, G.Biallas, G.Eggeler, J.Estrin, R.J.Hellmig, M.Göken, H.W.Höppel, G.Gottstein, M.Winning, Foreword – Proceedings of the Symposium on ultra-fine grained materials – from basics to applications, *Met. Mat. Trans.*, 38A (2007) p. 1881

P.M.Sarosi, R.Srinivasan, G.Eggeler, M.V.Nathal, M.J.Mills, Observations of a<010> dislocations during high-temperature creep of a Ni-based superalloy single crystal deformed along the [001] orientation, *Acta Mat.*, 55 (2007) pp. 2509-2518

X.M.Wang, M.Frotscher, Y.F.Wang, Z.F.Yue, Finite element analysis of pseudoelastic behavior of a NiTi shape memory alloy with a thin-wall tube under tensile-torsion loading, *J. Mat. Sci.*, 42 (2007) pp. 2443-2449

W.Xia, V.Hagen, S.Kundu, Y.Wang, C.Somsen, G.Eggeler, G.Sun, G.Grundmeier, M.Stratmann, M.Muhler, Controlled etching of carbon nanotubes by iron-catalyzed steam gasification, *Adv. Mat.*, 19 (2007) pp. 3648-3652

B.X.Xu, Z.F.Yue, G.Eggeler, A numerical procedure for retrieving material creep properties from bending creep tests, *Acta Mat.*, 55 (2007) pp. 6275-6283

Y.H.Zhi, X.M.Wang, M.Frotscher, G.Eggeler, Z.F.Yue, The FEM simulation of mechanical properties characterization of stents under quasi-static loading/unloading conditions, *Matwiss. Werkstofftech.*, 38 (2007) pp. 862-867

2008: S.Brookes, H.-J.Kühn, B.Skrotzki, H.Klingelhöffer, R.Sievert, J.Pfetzinger, D.Peter, G.Eggeler, Axial torsional thermomechanical fatigue of Ti-45Al-5Nb-0.2B-0.2C, in: *Structural Aluminides for Elevated Temperature Applications: Gamma Titanium and Other Metallic Aluminides*, Y.-W.Kim, D.Morris, R.Yang, C.Leyens (Eds.), Proceedings of the TMS Annual Meeting (2008), pp. 103-109

J.Burow, E.Prokofiev, Ch.Somsen, J.Frenzel, R.Z.Valiev, G.Eggeler, Martensitic transformations and functional stability in ultra-fine grained NiTi shape memory alloys, *Mat. Sci. Forum*, 584-586 (2008) pp. 852-857

A.Dlouhy, O.Bojda, C.Somsen, G.Eggeler, Conventional and in-situ transmission electron microscopy investigations into multistage martensitic transformations in Ni-rich NiTi shape memory alloys, *Mat. Sci. Eng., A481-482* (2008) pp. 409-413

G.Eggeler, *Materialwissenschaften setzen auf Werkstoffsimulation*, RUBIN, 2008, pp. 4-5

G.Eggeler, Preface of Special Issue of Materials Science and Engineering A – European Symposium on Martensitic Transformations 2006, *Mat. Sci. Eng., A481-482* (2008) pp. 1-2

J.Frenzel, K.Neuking, G.Eggeler, On the role of carbon during processing of NiTi shape memory alloys, in: *Proc. of SMST 2007*, S.Miyazaki (Ed.), ASM International, 2008, pp. 149-158

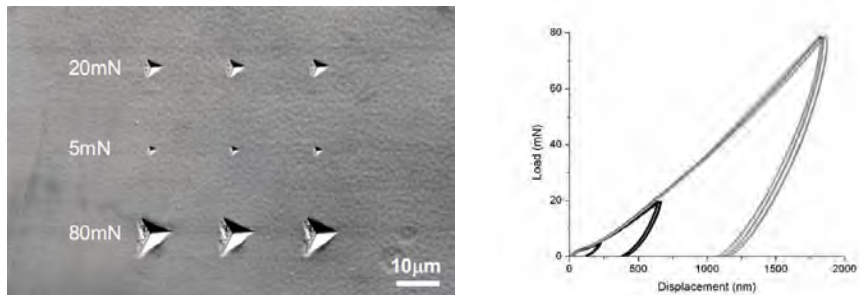


Bild 147: Eindrücke eines Nanoindenters und zugehörige Last-Eindring-Kurven in pseudoelastischem NiTi, H. Zheng.

Fig. 147: Nanoindenters and corresponding load displacement curves in pseudoelastic NiTi, H. Zheng.

J.Frenzel, J.Pfetzting, K.Neuking, G.Eggeler, On the influence of thermomechanical treatments on the microstructure and phase transformation behavior of Ni-Ti-Fe shape memory alloys, *Mat. Sci. Eng., A481-482* (2008) pp. 635-638

M.Frotscher, J.Burow, M.F.-X.Wagner, K.Neuking, G.Eggeler, P.Schön, R.Böckmann, Thermo-mechanical processing, microstructure and bending rotation fatigue of ultra-fine grained NiTiCr-wires, in: *Proc. of SMST 2008*, S.Miyazaki (Ed.), ASM International, 2008, pp. 131-138

M.Frotscher, K.Neuking, R.Böckmann, K.-D.Wolff, G.Eggeler, In situ scanning electron microscopic study of structural fatigue of struts, the characteristic elementary building units of medical stents, *Mat. Sci. Eng., A481-482* (2008) pp. 160-165

S.Gollerthan, D.Herberg, A.Baruj, G.Eggeler, Compact tension testing of martensitic, pseudoelastic NiTi shape memory alloys, *Mat. Sci. Eng., A481-482* (2008) pp. 156-159

C.Großmann, J.Frenzel, V.Samath, T.Depka, A.Oppenkowski, C.Somsen, K.Neuking, G.Eggeler, Processing and properties of NiTi and NiTiCu shape memory actuator springs, *Matwiss. Werkstofftech.*, 39 (2008) pp. 499-510

M.Hasan, W.W.Schmahl, K.Hackl, R.Heinen, J.Frenzel, S.Gollerthan, G.Eggeler, M.F.-X.Wagner, J.Khalil-Allafi, A.Baruj, Hard X-ray studies of stress-induced phase transformations of superelastic NiTi shape memory alloys under uniaxial load, *Mat. Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 414-419

E.Hornbogen, Michael Pohl 65 years, *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)*, 99 (2008) pp. 572-574

E.Hornbogen, Evolution of microstructure in materials, *Int. J. Mat. Res.*, 99 (2008) pp. 1066-1070

E.Hornbogen, G.Eggeler, E.Werner, *Werkstoffe: Aufbau und Eigenschaften von Keramik-, Metall-, Polymer- und Verbundwerkstoffen*, 9. Auflage, Springer, Berlin, 2008

A.Kostka, K.-G.Tak, G.Eggeler, On the effect of equal channel angular pressing on creep of tempered martensite ferritic steels, *Mat. Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 723-726

A.Kröger, S.Dziaszyk, J.Frenzel, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, Direct transmission electron microscopy observations of martensitic transformations in Ni-rich NiTi single crystals during in situ cooling and straining, *Mat. Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 452-456



Bild 148: Christopher Rynio und Alireza Basir Parsa an der neuen Hochtemperaturverschleißmaschine.

Fig. 148: Christopher Rynio and Alireza Basir Parsa at the new high temperature wear test rig.

T.Lierfeld, M.Kolbe, G.Eggeler, D.M.Herlach, Interaction of small particles with a dendritic solidification front, *Adv. Eng. Mat.*, 10 (2008) pp. 547-553

J.Mentz, J.Frenzel, M.F.X.Wagner, K.Neuking, G.Eggeler, H.P.Buchkremer, D.Stöver, Powder metallurgical processing of NiTi shape memory alloys with elevated transformation temperatures, *Mat. Sci. Eng. A*, 491 (2008) pp. 270-278

K.Neuking, A.Abu-Zarifa, G.Eggeler, Surface engineering of shape memory alloy/polymer-composites: Improvement of the adhesion between polymers and pseudoelastic shape memory alloys, *Mat. Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 606-611

J.Olbricht, M.F.X.Wagner, A.Condo, A.Dlouhy, Ch.Großmann, Ch.Somsen, G.Eggeler, A transmission electron microscopy procedure for in-situ straining of miniature pseudoelastic NiTi specimens, *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)*, 99 (2008) pp.1150-1156

J.Olbricht, A.Yawny, A.M.Condo, F.C.Lovey, G.Eggeler, The influence of temperature on the evolution of functional properties during pseudoelastic cycling of ultra fine grained NiTi, *Mat. Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 142-145

J.Olbricht, A.Schäfer, M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Character of transformation localization during pseudoelastic cycling of NiTi, in: *Proc. of SMST 2007*, S.Miyazaki (Ed.), ASM International, 2008, pp. 47-54

F.Otto, J.Frenzel, G.Eggeler, Strukturbildungsprozesse bei der thermomechanischen Behandlung von Kupfer durch Rundkneten, *Metall*, 62 (2008) p. 612

D.Peter, J.Pfetzling, M.F.-X.Wagner, C.Somsen, J.Pesicka, B.Skrotzki, G.Eggeler, Quantitative characterisation and microstructural anisotropy of a hot-extruded TiAl alloy, *Prakt. Met.*, 45 (2008) pp. 210-224

D.Peter, M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Mikrostruktur und Kriechen einer stranggepressten Ti-Al-Legierung, *Prakt. Met. Sonderbd.*, 40 (2008) pp. 317-322

C.Schmidt, K.Neuking, G.Eggeler, Functional Fatigue of Shape Memory Polymers, *Adv. Eng. Mat.*, 10 (2008) pp. 922-927

M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Multiple stress plateaus during complex mechanical cycling of pseudoelastic NiTi wires, *Proc. SMST 2006*, B.Berg, M.R.Mitchell, J.Proft (Eds.), ASM International, Materials Park, USA, 2008, pp. 579-587

M.F.-X.Wagner, N.Nayan, U.Ramamurty, Healing of fatigue damage in NiTi shape memory alloys, *J. Physics D*, 41 (2008) 185408

M.F.-X.Wagner, W.Windl, Lattice stability, elastic constants and macroscopic moduli of NiTi martensites from first principles, *Acta Mat.*, 56 (2008) pp. 6232-6245

A.Yawny, J.Olbricht, M.Sade, G.Eggeler, Pseudoelastic cycling and ageing effects at elevated temperature in a nanocrystalline Ni-rich NiTi wire, *Mat. Sci. Eng.*, A481-482 (2008) pp. 86-90

H.Zheng, J.Rao, J.Pfetzling, J.Frenzel, G.Eggeler, TEM observation of stress-induced martensite after nanoindentation of pseudoelastic Ti50Ni48Fe2, *Sripta Mat.*, 58 (2008) pp. 743-746

2009: A.Aghajani, C.Somsen, G.Eggeler, On the effect of long-term creep on the microstructure of a 12% chromium tempered martensite ferritic steel, *Acta Mat.*, 57 (2009) pp. 5093-5106

A.Aghajani, F.Richter, C.Somsen, S.Fries, I.Steinbach, G.Eggeler, On the formation and growth of Mo-rich Laves phase particles during long-term creep of a 12% chromium tempered martensite ferritic steel, *Scripta Mat.*, 61 (2009) pp. 1068-1071

A.Aghajani, C.Somsen, J.Pesicka, W.Bendick, B.Hahn, G.Eggeler, Microstructural evolution in T24, a modified 2,(1/4) Cr-1 Mo steel during creep after heat treatment, *Mat. Sci. Eng.*, A510-511 (2009) pp. 130-135

S.P.Brookes, H.J.Kuhn, B.Skrotzki, H.Klingelhöffer, R.Sievert, J.Pfetzinger, D.Peter, G.Eggeler, Multi-axial thermo-mechanical fatigue of a near- γ TiAl alloy, *Proc. of 1st Int. Conf. on New Materials for Extreme Environments*, Book Series: *Adv. Mat. Res.*, 59 (2009) pp. 283-287

S.Cao, M.Nishida, C.Somsen, G.Eggeler, D.Schryvers, 3D FIB/SEM study of Ni₄Ti₃ precipitates in NiTi alloys with different thermo mechanical histories, *Proc. of ESOMAT 2009*, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906004

A.Condo, C.Somsen, J.Olbricht, G.Eggeler, A.Dlouhy, R-phase stabilization in ultra-fine grain NiTi wires after mechanical cycling, *Proc. of ESOMAT 2009*, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906006

T.Depka, C.Somsen, G.Eggeler, D.Mukherjee, J.Rösler, M.Krüger, H.Saage, M.Heilmaier, Microstructure of Co-Re-Cr, Mo-Si and Mo-Si-B high-temperature alloys, *Mat. Sci. Eng.*, A510-511 (2009) pp. 337-341

S.Drenser, L.Neelakanthan, C.Somsen, G.Eggeler, A.W.Hassel, Electropolishing of Ni-Ti-Cu shape memory alloy in methanolic sulfuric acid, *Electrochem. and Sol. St. Letters*, 12 (2009) pp. C1-C4

G.Eggeler, Novel experimentation techniques to study damage accumulation and microstructural instability during creep of super alloy single crystals at high temperatures (>1000°C), *Mat. Sci. Techn.*, 25 (2009) pp. 236-241

M.Frotscher, J.Burow, P.Schön, K.Neuking, R.Böckmann, G.Eggeler, Characterization of the mechanical properties of ultra-fine grained NiTiCr wires, *Materialwiss. Werkstofftech.*, 40 (2009) pp. 17-22.

M.Frotscher, P.Nörtershäuser, C.Somsen, K.Neuking, R.Böckmann, G.Eggeler, Microstructure and structural fatigue of ultra-fine grained NiTi-Stents, *Mat. Sci. Eng.*, A503 (2009) pp. 96-98

M.Frotscher, M.L.Young, H.Bei, E.P.George, K.Neuking, G.Eggeler, Influence of fatigue on the nanohardness of NiTiCr-wires, *Proc. of ESOMAT 2009*, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906012

U.Glatzel, G.Eggeler, G.Kostorz, Preface (Special Issue Materials Science and Engineering A, Creep 2008), *Mat. Sci. Eng.*, A 510-6511 (2009) pp. 1-2

S.Gollerthan, M.L.Young, A.Baruj, J.Frenzel, W.W.Schmahl, G.Eggeler, Fracture mechanics and microstructure in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 57 (2009) pp. 1015-1025



Bild 149: Timo Depka (3. v. rechts) beim Treffen der DFG-Forscherguppe Beyond Ni-Base Superalloys (Koordinator: M. Heilmaier, Mitte) in Bayreuth (Gastgeber: U. Glatzel, rechts), September 2011.

Fig. 149: Timo Depka (3. from the right) at a meeting of the DFG sponsored research group Beyond Ni-Base Superalloys (co-ordinator: M. Heilmaier, middle) in Bayreuth (host: U. Glatzel, right), September 2011.

S.Gollerthan, M.Young, K.Neuking, U.Ramamurty, G.Eggeler, Direct physical evidence for the back-transformation of stress-induced martensite in the vicinity of cracks in pseudoelastic NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 57 (2009) pp. 5892-5897

C.Großmann, A.Schäfer, M.F.-X.Wagner, Finite element simulation of localized phase transformations in pseudoelastic NiTi shape memory alloys subjected to multi-axial stress states, *Proc. of ICOMAT-08*, G.B. Olson, D.S.Liebermann, A.Saxena (Eds.), TMS 2009, pp. 525-530

C.Großmann, A.Schäfer, M.F.-X.Wagner, A finite element study of localized deformation and functional fatigue in pseudoelastic NiTi strips, *Mat. Sci. Eng.*, A527 (2010) pp. 1172-1178

C.Großmann, C.Frenzel, V.Sampath, T.Depka, G.Eggeler, Elementary transformation and deformation processes and the cyclic stability of NiTi and NiTiCu shape memory spring actuators, *Met. Mat. Trans.*, 40A (2009) pp. 2530-2544

M.Heilmaier, M.Krüger, H.Saage, J.Rösler, D.Mukherji, U.Glatzel, R.Völkl, R.Hüttner, G.Eggeler, C.Somsen, T.Depka, H.-J.Christ, B.Gorr, S.Burk, J. Min. *Met. Mat. Soc.*, 61 (2009) pp. 61-67

R.Heinen, K.Hackl, W.Windl, M.F.-X.Wagner, Microstructural evolution during multi-axial deformation of pseudoelastic NiTi studied by first-principles-based micromechanical modeling, *Acta Mat.*, 57 (2009) pp. 3856-3867

O.Kastner, G.J.Ackland, Martensitic transformations in 2D Lennard-Jones crystals, *Proc. of ICOMAT-08*, G.B.Olson, D.S.Liebermann, A.Saxena (Eds.), TMS 2009, pp. 399-403

O.Kastner, F.Richter, G.Eggeler, Multivariant formulation of the thermomechanically coupled Müller-Achenbach-Seelecke model for shape memory alloys, Proc. of the ASME Conference on Smart Materials, Adaptive Struct. and Intelligent Systems, ASME 2009, Bd. 1, pp. 45-52

O.Kastner, G.J.Ackland, Mesoscale kinetics produces martensitic microstructure, J. Mech. Phys. Sol., 57 (2009) pp. 109-121

O.Kastner, G.J.Ackland, Load-induced martensitic transformations in pseudo-elastic Lennard Jones crystals, SMASIS 2008, Proc. ASME conference on smart materials, adaptive structures and intelligent systems, 1 (2009) pp. 307-314

A.Kröger, S.Dziaszyk, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, In-situ TEM observations of martensitic transformations in Ni-rich NiTi single crystals with coherent and aligned precipitates, Proc. of ICOMAT-08, G.B.Olson, D.S.Liebermann, A.Saxena (Eds.), TMS 2009, pp. 89-93

D.S.Li, Y.P.Zhang, G.Eggeler, X.P.Zhang, High porosity and high-strength porous NiTi shape memory alloys with controllable pore characteristics, J. All. Comp., 470 (2009) pp. L1-L5

B.Maaß, J.Burow, J.Frenzel, G.Eggeler, On the influence of crystal defects on the functional stability of NiTi based shape memory alloys, Proc. of ESOMAT 2009, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906022

L.Neelakantan, S.Swaminathan, M.Spiegel, G.Eggeler, A.W.Hassel, Selective surface oxidation and nitridation of NiTi shape memory alloys by reduction annealing, Corr. Sci., 51 (2009) pp. 635-641

D.M.Norfleet, P.M.Sarosi, S.Manichiraju, M.F.-X.Wagner, M.D.Uchic, P.M.Anderson, M.J.Mills, Study of Transformation-Induced Plasticity During Pseudo-Elastic Deformation of Ni-Ti Microcrystals, Acta Mat., 57 (2009) pp. 3549-3561

J.Olbricht, A.Yawny, M.L.Young, G.Eggeler, Mechanical and microstructural observations during compression creep of a short fiber reinforced AlMg metal matrix composite, Mat. Sci. Eng., A510-511 (2009) pp. 407-412

D.Peter, J.Pfetzling, M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Microstructural anisotropy, uniaxial and biaxial creep behaviour of Ti-45Al-5Nb-0.2B-0.2C, Mat. Sci. Eng., A510-511 (2009) pp. 368-372

D.Peter, G.B.Viswanathan, M.F.-X.Wagner, G.Eggeler, Grain-boundary sliding in a TiAl alloy with fine grained duplex microstructure during 750°C creep, Mat. Sci. Eng., A510-511 (2009) pp. 355-363

J.Pfetzling, A.Schäfer, Ch.Somsen and M.F.-X.Wagner, Nanoindentation of pseudoelastic NiTi shape memory alloys: thermomechanical and microstructural aspects, Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.), 100 (2009) pp. 936-942.

J.Pfetzling, M.F.-X.Wagner, J.Frenzel, C.Somsen, G.Eggeler, Thermomechanical constraints on pseudoelasticity during nanoindentation of binary and ternary NiTi(Fe) alloys, Proc. of ICOMAT-08, G.B.Olson, D.S.Liebermann, A. Saxena (Eds.), TMS 2009, pp. 639-644

J.Pfetzling, M.F.-X.Wagner, R.Zarnetta, K.-G.Tak, G.Eggeler, On the influence of grain orientation on nanoindentation testing of pure iron, Prakt. Met., 46 (2009) pp. 63-76

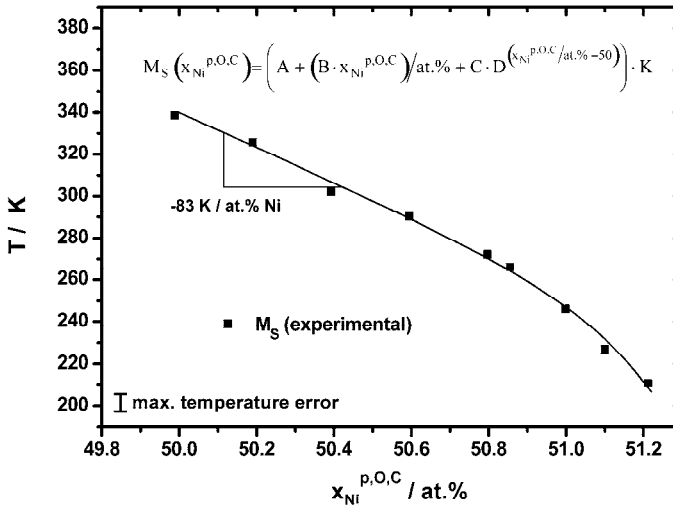


Bild 150: Präzisionsdatensatz zur Abhängigkeit der Martensitstart-Temperatur vom Ni-Gehalt in NiTi-Formgedächtnislegierungen, J. Frenzel.

Fig. 150: Precision data set on the dependence of the martensite start temperature on the Ni-concentration in NiTi, J. Frenzel.

J.Pfetzling, M.F.-X.Wagner, T.Simon, A.Schäfer, C.Somsen, G.Eggeler, TEM investigation of the microstructural evolution during nanoindentation of NiTi, Proc. of ESOMAT 2009, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906027

F.Richter, O.Kastner, G.Eggeler, Implementation of the Müller-Achenbach-Seelecke model for shape memory alloys in ABAQUS, J. Eng. Mat. Perf., 18 (2009) pp. 626-629

F.Richter, O.Kastner, G.Eggeler, Finite element model for simulation of fully coupled thermomechanical processes in shape memory alloys, Proc. of ESOMAT 2009, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906029

H.Saage, M.Krüger, D.Sturm, M.Heilmaier, J.H.Schneibel, E.George, L.Heatherly, C.Somsen, G.Eggeler, Y.Yang, Ductilization of Mo-Si solid solution manufactured by powder metallurgy, Acta Mat., 57 (2009) pp. 3895-3901

A.Schäfer, J.Olbricht, M.F.-X.Wagner, Monitoring localized deformation of pseudoelastic NiTi subjected to uniaxial loading, Proc. of ICOMAT-08, G.B.Olson, D.S.Liebermann, A.Saxena (Eds.), TMS 2009, pp. 537-542

A.Schäfer, M.F.-X.Wagner, Strain mapping at propagating interfaces in pseudoelastic NiTi, Proc. of ESOMAT 2009, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906031

C.Schmidt, K.Neuling, G.Eggeler, Functional fatigue of shape-memory polymers, Active Polymers, Book Series: Mat. Res. Soc. Proc., 1190 (2009) pp. 43-48

T.Simon, A.Kröger, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, In-situ TEM cooling/heating experiments on deformed NiTi shape memory single crystals, Proc. of ESOMAT 2009, P.Sittner, V.Paidar, L.Heller, H.Seiner (Eds.), E D P Sciences, 2009, DOI: 10.1051/esomat/200906030

K.-G.Tak, U.Schulz, G.Eggeler, On the effect of micrograin crystallography on creep of FeCr alloys, Mat. Sci. Eng., A510-511 (2009) pp. 121-129



Bild 151: Alte Lausanner beim Ehrensymposium für Herrn Prof. B. Ilshner in Nürnberg bei der Euromat 2007 (A.Dlouhy, G.Eggeler, N.Marchand, M. Mills, C.Wiesner, J.Earthman, C.Brown).
Fig. 151: Meeting of former postdocs from Lausanne at the honorary symposium for Prof. B. Ilshner at Euromat 2007.

I.N.Vladimirov, S.Reese, G.Eggeler, Constitutive modelling of the anisotropic creep behaviour of nickel-base single crystal superalloys, Int. J. of Mech. Sci., 51 (2009) pp. 305-313

M.F.-X.Wagner, W.Windl, Elastic anisotropy of Ni_4Ti_3 from first principles, Scripta Mat., 60 (2009) pp. 207-210

R.Zarnetta, E.Zelaya, G.Eggeler, A.Ludwig, Influence of precipitates on the thermal hysteresis of Ti-Ni-Pd shape memory thin films, Scripta Mat., 60 (2009) pp. 352-355

R.Zarnetta, D.König, C.Zamponi, A.Aghajani, J.Frenzel, G.Eggeler, A.Ludwig, R-phase formation in $\text{Ti}_{39}\text{Ni}_{45}\text{Cu}_{16}$ shape memory thin films and bulk alloys discovered by combinatorial methods, Acta Mat., 57 (2009) pp. 4169-4177

H.X.Zheng, J.Pfetzinger, J.Frenzel, G.Eggeler, Nanoindentation of $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{48}\text{Fe}_2$ and $\text{Ti}_{50}\text{Ni}_{40}\text{Cu}_{10}$ shape memory alloys, Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.), 100 (2009) pp. 594-602

N.Zotov, M.Bartsch, G.Eggeler, Thermal barrier coating systems – analysis of nanoindentation curves, Surf. Coat. Techn., 203 (2009) pp. 2064-2072

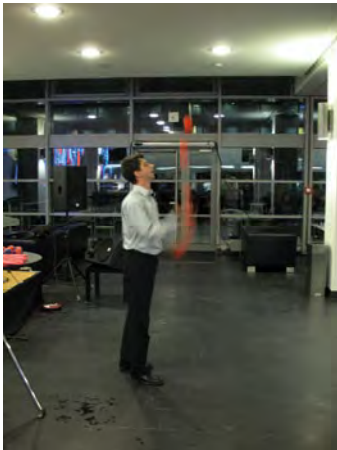
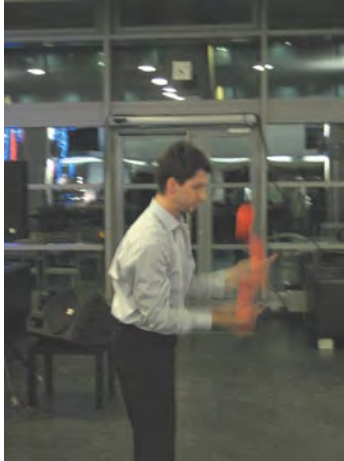


Bild 152: Martin Wagner auf der Weihnachtsfeier 2009 des Instituts für Werkstoffe. Jongliert mit vier Bällen und erklärt das Juggling Theorem von Claude E. Shannon.

Fig. 152: Martin Wagner at the Christmas Party 2009 of the Institute for Materials. Juggling and explaining the Juggling Theorem from Claude E. Shannon.

2010: S.P.Brookes, H.-J.Kühn, B.Skrotzki, H.Klingelhöffer, R.Sievert, J.Pfetzinger, D.Peter, G.Eggeler, Axial-torsional thermomechanical fatigue of a near- γ TiAl alloy, Mat. Sci. Eng., A527 (2010) pp. 3829-3839

M.Brunner, R.Hüttner, M.-C.Bölitz, R.Völkl, D.Mukerhji, J.Rösler, T.Depka, C.Somsen, G.Eggeler, U.Glatzel, Creep properties beyond 1100°C and microstructure of Co-Re-Cr alloys, *Mat. Sci. Eng., A* 58 (2010) pp. 650-656

L.-G.Bujoreanu, M.L.Young, S.Gollerthan, C.Somsen, G.Eggeler, Influence of heat treatment and microstructure on the tensile pseudoelastic response of Ni-rich NiTi shape memory alloys, *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)*, 101 (2010) pp. 623-630

S.Cao, C.Somsen, M.Croitoru, D.Schryvers, G.Eggeler, Focused ion beam/scanning electron microscopy tomography and conventional transmission electron microscopy assessment of Ni₄Ti₃ morphology in compression-aged Ni-rich Ni-Ti single crystals, *Scripta Mat.*, 62 (2010) pp. 399-402

S.Dziaszyk, E.J.Payton, F.Friedel, V.Marx, G.Eggeler, On the characterization of the recrystallized fraction using electron back scatter diffraction – a direct comparison to local hardness in an IF steel using nanoindentation, *Mat. Sci. Eng.*, A29-30 (2010) pp. 7854-7864

G.Eggeler, To Prof. Dr.-Ing. E. Hornbogen on the occasion of his 80th birthday, *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)*, 101 (2010) pp. 445-446

J.Frenzel, E.P.George, A.Dlouhy, C.Somsen, M.F.X.Wagner, G.Eggeler, Influence of Ni on martensitic phase transformations in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 58 (2010) pp. 3444-3458

C.Großmann, A.Schäfer, M.F.-X.Wagner, A finite element study on localized deformation and functional fatigue in pseudoelastic NiTi strips, *Mat. Sci. Eng.*, A527 (2010) pp. 1172-1178

O.Kastner, G.Eggeler, Molecular dynamics simulation of the shape memory effect in a chain of Lennard-Jones crystals, *Multidisc. Modeling Mat. Struct.*, 6 (2010) pp. 78-91

L.Neelakantan, M. Valtiner, G.Eggeler, A.W.Hassel, Surface chemistry and topographical changes of an electropolished NiTi shape memory alloy, *Phys. Stat. Sol.*, A207 (2010) pp. 807-811

L.Neelakantan, B.Schönberger, G.Eggeler and A.W.Hassel. An in-situ tensile tester for studying electrochemical repassivation behaviour - fabrication and challenges, *Rev. Sci. Instruments*, 81 (2010) 033902 (5 pages)

J.Pesicka, A.Aghajani, C.Somsen, A.Hartmaier, G.Eggeler, How dislocation substructures evolve during long-term creep of a 12% Cr tempered martensite ferritic steel, *Scripta Mat.*, 62 (2010) pp. 353-356

D.Peter, G.Eggeler, M.F.-X.Wagner, Microstructural characterization of lamellar features by FIB imaging, *Adv. Eng. Mat.*, 12 (2010) pp. 457-452

D.Peter, G.B.Viswanathan, A.Dlouhy, G.Eggeler, Analysis of local microstructure after shear creep deformation of a fine-grained duplex gamma TiAl alloy, *Acta Mat.*, 58 (2010) pp. 6431-6443

J.Pfetzinger-Micklich, M.F.-X.Wagner, R.Zarnetta, J.Frenzel, G.Eggeler, A.E.Markaki, J.Wheeler, T.W. Clyne, Nanoindentation of a pseudoelastic NiTiFe shape memory alloy, *Adv. Eng. Mat.*, 12 (2010) pp. 13-19

J.Rao, E.J.Payton, C.Somsen, K.Neuking, G.Eggeler, A.Kostka, J.F.dos Santos, Where does the Lithium go? – a study of the precipitates in the stir zone of a friction stir weld in a Li-containing 2xxx series alloy, *Adv. Eng. Mat.*, 12 (2010) pp. 1-6

A.Schäfer, M.F.-X.Wagner, J.L.Pelegrina, J.Olbricht, G.Eggeler, Localization events and microstructural evolution in ultra-fine grained NiTi shape memory alloys during thermo-mechanical loading, *Adv. Eng. Mat.*, 12 (2010) pp. 453-459

T.Simon, A.Kröger, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, On the multiplication of dislocations during martensitic transformations in NiTi shape memory alloys, *Acta Mat.*, 58 (2010) pp. 1850-1860

M.F.-X.Wagner, S.R.Dey, H.Gugel, J.Frenzel, C.Somsen, G.Eggeler, Effect of low temperature precipitation on the transformation characteristics of Ni-rich NiTi shape memory alloys during thermal cycling, *Intermetallics*, 18 (2010) pp. 1172-1179

M.F.-X.Wagner, A.Schäfer, Macroscopic versus local strain rates during tensile testing of pseudoelastic NiTi, *Scripta Mat.*, 63 (2010) pp. 863-866

M.F.-X.Wagner, Microstructural and mechanical challenges in biomedical NiTi, *J. Physics: Conference Series* 240/012004 (2010) doi: 10.1088/1742-6596/240/1/012004

M.L.Young, M.F.X.Wagner, J.Frenzel, W.W.Schmahl, G.Eggeler, Phase volume fractions and strain measurements in an ultrafine-grained NiTi shape-memory alloy during tensile loading, *Acta Mat.*, 58 (2010) pp. 2344-2354

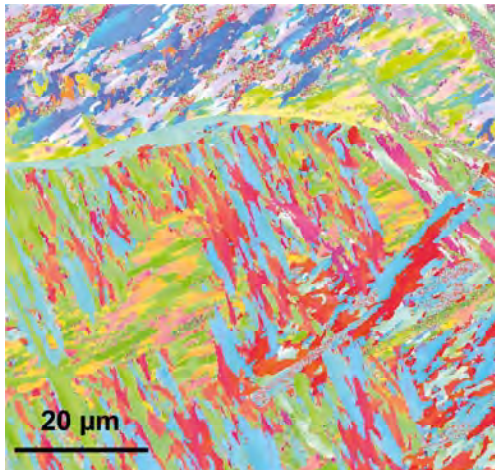


Bild 153: Orientierung von Mikro-körnern in einem angelassenen martensitischen Cr-Stahl (EBSD-OIM REM-Aufnahme), A. Aghajani.

Fig. 153: Orientation of micro-grains in a tempered martensite ferritic steel (EBSD-OIM SEM micrograph), A. Aghajani.

R.Zarnetta, R.Takahashi, M.L.Young, A.Savan, Y.Furuya, S.Thienhaus, B.Maass, M.Rahim, J.Frenzel, H.Brunken, Y.S.Chu, V.Srivastava, R.D.James, I.Takeuchi, G.Eggeler, A.Ludwig: Identification of quaternary shape memory alloys with near zero thermal hysteresis and unprecedented functional stability, *Adv. Funct. Mat.*, 20 (2010) pp. 1917-1923

N.Zotov, M.Bartsch, L.Chernova, D.A.Schmidt, M.Havenith, G.Eggeler, Effects of annealing on the microstructure and the mechanical properties of EB-PVD thermal barrier coatings, *Surf. Coat. Techn.*, 205 (2010) pp. 452-464



Bild 154: Victoria Yardley, seit August 2010 Juniorprofessorin am Lehrstuhl Werkstoffwissenschaft.
Fig. 154: Victoria Yardley, since August 2010 Juniorprofessor at the Chair for Materials Science and Engineering.

2011: M.J.Benitez, D.Mishra, P.Szary, G.A.B.Confalonieri, G.A.Bandini, M.Feyen, A.H.Lu, L.Agudo, G.Eggeler, O.Petracic, H.Zabel, Structural and magnetic characterization of self-assembled iron oxide nanoparticles, *J. Phy. Cond. Matter*, 23 (2011) no. 126003

R.Boeckmann, P.Schoen, M.Frotscher, G.Eggeler, B.Lethaus, K.D.Wolff, Pilot study of modification of the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) in pig mandibles, *J. Cranio-Maxillofacial Surgery*, 39 (2011) pp. 169-172

A.Ebbing, L.Agudo, G.Eggeler, O.Petracic, Tuning the magnetic properties of Co particles by Pt capping, *Phys. Rev. B.*, 84 (2011) Art. No. 012405

J.Frenzel, J.A.Burow, E.J.Payton, S.Rezanka, G.Eggeler, Improvement of NiTi shape memory actuator performance through ultra-fine grained and nanocrystalline microstructures, *Adv. Eng. Mat.*, 13 (2011) pp. 256-268

M.Frotscher, S.N.Wu, T.Simon, C.Somsen, A.Dlouhy, G.Eggeler, Elementary deformation and damage mechanisms during fatigue of pseudoelastic NiTi microstents, *Adv. Eng. Mat.*, 13 (2011) B181-B186

M.Frotscher, F.Kahleyst, T.Simon, D.Biermann, G.Eggeler, Achieving small structures in thin NiTi sheets for medical applications with water jet and micro machining: a comparison, *J. Mat. Eng. Perf.*, 20 (2011) pp. 77-782

M.Frotscher, F.Schreiber, L.Neelakantan, T.Gries, G.Eggeler, Processing and characterization of braided NiTi microstents for medical applications, *Materialwiss. Werkstofftech.*, 42 (2011) pp. 1002-1012

C.Greulich, J.Diendorf, T.Simon, G.Eggeler, M.Epple, M.Köller, Uptake and intracellular distribution of silver nanoparticles in human mesenchymal stem cells, *Acta Biomater.*, 7 (2011) pp. 347-354

C.Greulich, J.Diendorf, J.Gessmann, T.Simon, T.Habijan, G.Eggeler, T.A.Schildhauer, M.Epple, M.Köller, Cell type-specific responses of peripheral blood mononuclear cells to silver nanoparticles, *Acta Biomater.*, 7 (2011) pp. 3505-3514

W.Guo, I.Steinbach, C.Somsen, G.Eggeler, On the effect of superimposed external stresses on the nucleation and growth of Ni₄Ti₃ particles: a parametric phase field study, *Acta Mat.*, 59 (2011) pp. 3287-3296

T.Habijan, T.Glogowski, S.Kühn, M.Pohl, J.Wittsiepe, C.Greulich, G.Eggeler, T.A.Schildhauer, M.Köller, Can human mesenchymal stem cells survive on a NiTi implant subjected to cyclic loading?, *Acta Biomater.*, 7 (2011) pp. 2733-2793

O.Kastner, G.Eggeler, W.Weiss, G.J.Ackland, Molecular dynamics simulation of microstructure evolution during cyclic martensitic transformations, *Journal of the Mechanics and Phys. Solids*, 59 (2011) pp. 1888-1908

J.Olbricht, A.Yawny, J.L.Pelegrina, A.Dlouhy, G.Eggeler, On the stress induced formation of R-phase in ultra-fine-grained Ni-rich NiTi shape memory alloys, *Met. Mat. Trans. A*, 42 (2011) pp. 2556-2574

F.Otto, J.Frenzel, G.Eggeler, On the evolution of microstructure in oxygen-free high conductivity copper during thermo-mechanical processing using rotary-swaging, *Int. J. Mat. Res. (formerly Z. Metallkd.)*, 102 (2011) pp. 363-370

F.Otto, J.Frenzel, G.Eggeler, On the influence of small quantities of Bi and Sb on the evolution of microstructure during swaging and heat treatments of copper, *J. Alloys Comp.*, 509 (2011) pp. 4073-4080

J.Pfetzinger-Micklich, S.Brinckmann, S.R.Dey, F.Otto, A.Hartmaier, G.Eggeler, Micro-shear deformation of pure copper, *Materialwiss. Werkstofftech.*, 42 (2011) pp.219-223

D.Peter, F.Otto, T.Depka, P.Nörtershäuser, G.Eggeler, High temperature test rig for inert atmosphere miniature specimen creep testing, *Materialwiss. Werkstofftech.*, 42 (2011) pp. 493-499

F.Richter, O.Kastner, G.Eggeler, Finite-element simulation of the anti-buckling-effect of a shape memory alloy bar, *J. Mat. Eng. Perform.*, 20 (2011) pp. 719-730

C.Schmidt, A.M.S.Chowdhury, K.Neuking, G.Eggeler, Stress-strain characteristics of the one way effect in Tecoflex ® shape memory polymers, *J. Macromol. Sci. A*, 48 (2011) pp. 204-210

C.Schmidt, A.M.S.Chowdhury, K.Neuking, G.Eggeler, Studies on cycling, processing and programming of the shape memory polymer Tecoflex ®, *High Perform. Polymers*, 23 (2011) pp. 300-307

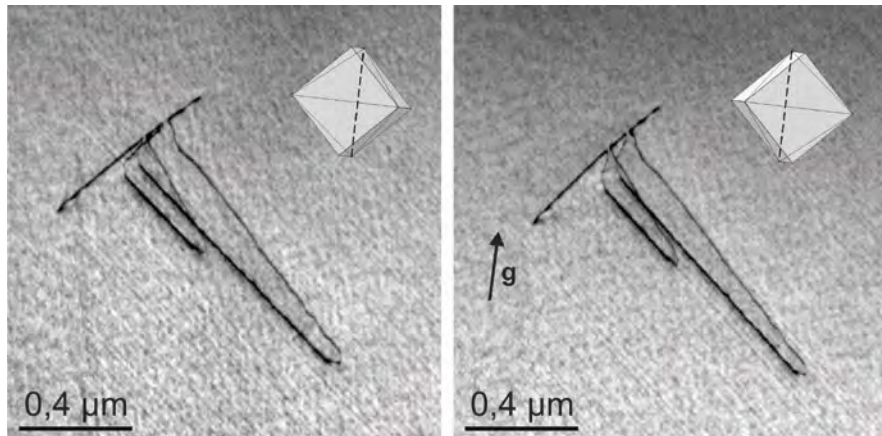


Bild 155: TEM-Stereoaufnahme von Versetzungen, die bei der martensitischen Umwandlung in NiTi-Formgedächtnislegierungen entstanden sind, T. Simon.

Fig. 155: TEM stereopair of dislocations which have formed during a martensitic transformation in NiTi shape memory alloys, T. Simon.

P.Schoen, M.Frotscher, G.Eggeler, P.Kessler, K.D.Wolff, R.Boeckmann, Modification of the bilateral sagittal split osteotomy (BSSO) in a study using pig mandibles, *Int. Journ. Oral Maxillofac. Surgery*, 40 (2011) pp. 516-520

H.Springer, A.Kostka, E.J.Payton, D.Raabe, A.Kaysser-Pyzalla, G.Eggeler, On the formation of intermetallic phases during interdiffusion between low-carbon steel and aluminium alloys, *Acta Mat.*, 59 (2011) pp. 1586-1600

X.G.Wang, J.Frenzel, W.M.Wang, H.Ji, Z.Qi, Z.H.Zhang, G.Eggeler, Length-scale modulated and electrocatalytic activity enhanced nanoporous gold by doping, *J. Phys. Chem.*, 115 (2011) pp. 4456-4465

Z.Zlatanova, T.Spaso, G.Eggeler, M.Spaso, Synthesis and hydriding/dehydriding properties of Mg₂Ni-AB (AB=TiNi or TiFe) nanocomposites, *Int. J. Hydrogen Energy*, 36 (2011) pp. 7559-7566

H.X.Zheng, D.Z.Wu, S.C.Xue, J.Frenzel, G.Eggeler, Q.J.Zhai, Martensitic transformation in rapidly solidified Heusler Ni₄₉Mn₃₉Sn₁₂ ribbons, *Acta Mat.*, 59 (2011) pp. 5692-5699



Bild 156: Safa Mogharebi und Leonardo Agudo beim Doktorandenseminar in Soest, Oktober 2012.
Fig. 156: Safa Mogharebi and Leonardo Agudo.



Bild 157: Mustafa Rahim bei einer Salsa-Vorführung (Institutsweihnachtsfeier 2011).
Fig. 157: Mustafa Rahim during a Salsa presentation at the Christmas party of the Institute for Materials 2011.

13. Anfahrt

per PKW

Auf der Nord-Süd-Achse wird Bochum von der A43/A1 (Hamburg-Köln) gekreuzt, die Abfahrt „Ruhr-Universität“ liegt im Autobahnkreuz A43 mit A44 (Abfahrt Nr. 19). Auf der Ost-West-Achse wird Bochum von der A 44 (Niederlande-Kassel) gekreuzt, die in Bochum in die B1/A40 (Ruhrschnellweg) übergeht.

per Bahn

Am Schienennetz der Deutschen Bahn AG liegt Bochum an der Bergisch-Märkischen Strecke. Der Hauptbahnhof Bochum - zugleich System-Halt im Intercity-Netz - wird täglich von vielen Euro- und Intercity-Zügen angefahren. Vom Bochumer Hauptbahnhof fährt die U35 alle 5 Minuten zur Ruhr-Universität Bochum (RUB), Fahrtdauer 10 Minuten. Von der RUB-Haltestelle aus (Bild 158, Lageplan: 1) erreicht man unseren Lehrstuhl zu Fuß in 5 Minuten.

per Flugzeug

Vom Flughafen Düsseldorf sind wir in ca. 45 Minuten mit dem Mietwagen zu erreichen. Alle 30 Minuten geht ein Regional-express, der in einer halben Stunde den Bochumer Hauptbahnhof erreicht. Es gibt auch eine schnelle Zugverbindung zwischen dem Frankfurter Flughafent und dem Bochum Hauptbahnhof. Vom Bochumer Hauptbahnhof nimmt man die U35 (siehe oben).

an der Ruhr-Universität

An der Ruhr-Universität finden Sie uns bis 2013 im Gebäude IA (Bild 158, Lageplan: 3). Ab 2014 sind wir im Gebäude ICFO (Bild 158, Lageplan: 4).

13. How to reach us

by Car

From the north or south, Bochum can be reached on the Highway A43/A1 (Hamburg-Cologne). Exit 19 "Ruhr-Universität" is situated at the junction of A43 and A44. From the east or west, Highway A44 (Netherlands-Kassel) in Bochum continues as B1 (also referred to as A40, Ruhr-schnellweg).

by Train

Bochum can be easily reached by train from all major German cities. Many Euro- and Intercity trains stop at Bochum's main station (Bochum Hauptbahnhof). The Ruhr-Universität Bochum (RUB) can be easily reached in 10 minutes from Bochum Hauptbahnhof by the underground line U35, which runs in 5-minute intervals. From the RUB U35 (Figure 158, map: 1) it takes 5 minutes to reach us.

by Plane

By rental car, it is a 45-minute drive from Düsseldorf airport to the Ruhr-Universität Bochum. There also is a convenient train connection which leaves from the airport train station every 30 minutes and reaches Bochum Hauptbahnhof in about half an hour. From Frankfurt airport, express trains also run directly to Bochum Hauptbahnhof in less than two hours. From Bochum Hauptbahnhof the RUB can be reached by U35 (see above).

at the Ruhr-Universität

At the Ruhr-Universität, we are in building IA (until 2013; Figure 158: map - 3). From 2014 on you find us in building ICFO (Figure 158, map: 4).

Ruhr-Universität Bochum



Bild 158: Vereinfachter Lageplan RUB. **Fig. 158:** Simplified RUB map.