



Archäometallurgie\_S.2



Knieimplantate aus Titan\_S.3



AGIFA-Pfingstexkursion\_S.4

## \_\_ Aus Wissenschaft und Forschung \_\_

### Bionik: „Pomelo, Macadamia, Quarks & Co“

Liebe Ehemalige, Freunde  
und Förderer des Gießerei-  
Instituts,



für den Bereich der Lehre gab es im Berichtszeitraum einige wichtige Meilensteine, über die wir Sie in dieser Ausgabe unseres Newsletters gerne näher informieren wollen. Die materialwissenschaftlichen und werkstofftechnischen Studiengänge sind erstmals als eigenes Fachgebiet in den von Schülern herangezogenen Rankings (im sogenannten CHE-Ranking, [www.che-ranking.de](http://www.che-ranking.de)) vertreten. Intensiv vermarktet wird dieses Ranking u. a. in einem eigenen Studienführer der Zeitschrift DIE ZEIT. Damit sind unsere Studiengänge jetzt für alle Schüler neben anderen Studiengängen als eigenständiges Fach sichtbar. Natürlich versprechen wir uns davon einen anhaltenden Werbeeffekt. Weiterhin hat die RWTH aufgrund der stark gestiegenen Studierendenzahlen ein neues Planungssystem „Carpe Diem!“ für die Veranstaltungsorganisation eingerichtet, worüber wir in der Rubrik „Lehre“ berichten. Außerdem wurde der Studiengang Werkstoffingenieurwesen erfolgreich re-akkreditiert.

Vis à vis unseres Gießerei-Institutes können Besucher zudem den fortschreitenden Neubau eines Hörsaalgebäudes beobachten. In Kürze wird der Bau eines kleineren Studentenwohnheims folgen. Das Gebäude des Westbahnhofs ist inzwischen abgerissen. Das Gelände wird Teil der Erweiterung des Campus-Geländes.

Insgesamt dokumentiert der zwölfte Newsletter in den bekannten Rubriken die vielfältigen Aktivitäten des Institutes in Forschung und Lehre. Für die Sommermonate wünsche ich Ihnen gewinnbringende und kreative Momente im privaten und beruflichen Umfeld.

*A. Bühnig-Polaczek*

Im Mittelpunkt des Projekts „Hierarchically structured materials based on fruit walls and nut shells“ stehen die Schalen der Pomelofrucht und der Macadamia-„Nuss“. Beide zeigen außergewöhnliche Eigenschaften, wie beispielsweise eine hohe Energiedissipation während des Aufpralls. Gemeinsam ist ihnen auch eine sehr schwer aufzubrechende Schale, welche auf einer speziellen Anordnung der vorhandenen Bausubstanz auf verschiedenen Skalenebenen, der sogenannten „Hierarchischen Struktur“, basiert.

Im Schluß mit Biologen der Universität Freiburg und Materialwissenschaftlern der TU Berlin untersucht das Gießerei-Institut der RWTH Aachen die unterschiedlichen hierarchischen Ebenen der natürlichen Vorbilder und überträgt die Struktur-Funktions-Prinzipien auf technische Bauteile. Zur Charakterisierung der Schalen sowie der bio-inspirierten Gussbauteile (s. Abb.) werden verschiedenste physikalische und ingenieurwissenschaftliche Untersuchungsmethoden herangezogen und für den Bedarfsfall weiterentwi-

ckelt. So konnte zum Beispiel aufgezeigt werden, dass das Absorptionsvermögen metallischer Schwämme entscheidend durch eine Faserverstärkung und Gradierung der Porendichte verbessert wird. Potentielle Anwendungsbereiche der bio-inspirierten Strukturen stellen Verpackungen für Gefahrgüter und Sicherheitsbekleidung dar.

Möglich macht dieses Forschungsgebiet die Förderung durch die DFG (SPP 1420). Das Thema schaffte es bereits im Mai dieses Jahres in die Sendung „Quarks & Co“ des WDR mit Rangar Yogeshwar. =



Vorstellung des bio-inspirierten Gussbauteils in der Sendung Quarks & Co. (21.05.2013)

### ZIM-Projekt zur Legierungsoptimierung

Im Rahmen des Projekts „HALLE“ befasst sich die Legierungsentwicklung am Gießerei-Institut verfahrensübergreifend mit der Werkstoffentwicklung. Das gemeinsam mit den Kooperationspartnern Drahtwerk Elisental, Härtere ALTE und Gerhardt Alutechnik durchgeführte Vorhaben fokussiert die Weiterentwicklung von 6000 und 7000 Al-Knetlegierungen, aus denen u. a. Profile oder Draht, z. B. zur Produktion von Schrauben, hergestellt werden. Die gängigen verwendeten Legierungen für diese Bauteile verfügen zum Einsatz in einigen neuen Anwendungsbereichen nur über unzurei-

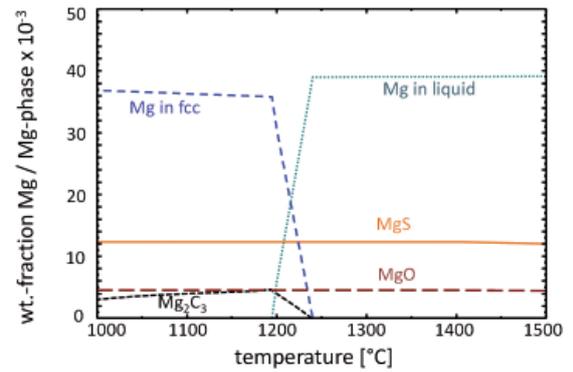
chende Gebrauchseigenschaften. Auf Basis von thermochemischen Berechnungen sollen die Legierungszusammensetzungen auf die gewünschten Eigenschaften optimiert sowie Abschreck- und Aushärtbarkeit untersucht und validiert werden. Mittels der Legierungsoptimierung können die Kosten durch Vermeidung von unnötigen Prozessschritten und eine Prozesskettenverkürzung reduziert werden. Das Projekt wird durch das Förderprogramm „Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand“ (ZIM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie unterstützt. =

## Ursache Mg-haltiger Einschlüsse in Gusseisen mit Kugelgraphit (GJS)

Neben Dross können in GJS feinverteilte Mg-Ausscheidungen auftreten und unter bestimmten Umständen die mechanischen Eigenschaften herabsetzen. Im Fokus der Arbeit standen zwei Untersuchungen: zum einen die thermodynamischen Bildungsbedingungen Mg-haltiger Phasen, zum anderen der mögliche Zusammenhang zwischen Turbulenzen bei der Formfüllung und einem erhöhten Auftreten von MgO.

Thermodynamische Gleichgewichtsberechnungen zeigen oberhalb der Gießtemperatur die bevorzugte Bildung von MgO und nachgeordnet MgS. Das in die Schmelze geseigerte Magnesium bildet nachfolgend  $Mg_2C_3$  aus. Experimentelle Untersuchungen mit der im Hause entwickelten Quadrupelprobe erlauben das ge-

zielte Einbringen von drei zylinderförmigen Turbulenzmodulen entlang eines Armes. Damit wurde der Einfluss der Formfüllung auf die Bildung von Mg-haltigen Einschlüssen untersucht. Die Ergebnisse zeigen das Auftreten von MgO- und  $Mg_2C_3$ -Partikeln sowie Kombinationen aus beiden, was die Simulationsergebnisse stützt. Der Flächenanteil dieser Partikel nimmt geringfügig ab, die Partikeldichte nimmt hingegen hinter dem zweiten Turbulenzmodul stark zu. Die Anzahl der Mg-haltigen Ausscheidungen hängt demzufolge von den Formfüllbedingungen ab, wobei MgO-Partikel durch Turbulenzen zerteilt und durch Wirbelbildung selektiert werden. Während der Erstarrung dienen sie dann vermutlich als Keime für die  $Mg_2C_3$ -Ausscheidungen.



Gleichgewichtsberechnungen mit FactSage und den Datenbanken IRON-1c und FToxid: Magnesiumkonzentration in fester und flüssiger Phase sowie Anteile Mg-haltiger Phasen.



## Archäometallurgie – Gusstechnik der griechischen Frühzeit

Gefördert durch die Fritz-Thyssen-Stiftung wurde gemeinsam mit der Professur für klassische Archäologie der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt die Herstellungstechnik der in der früharchaischen Zeit (700-600 v.Chr.) üblichen bronzenen Weihegaben erforscht. Die getriebenen Kessel standen auf einem dreibeinigen Untersatz und trugen meist mehrere gegossene vogelkopffartige Aufsatzfiguren (Greifenprotomen). Mittels Simulation und Experiment konnten am Gießerei-Institut sowohl die Gießparameter als auch die

Formtechnik systematisch so angepasst werden, dass originalgetreue gießtechnische Charakteristika bzw. Gussfehler entstanden. Dies erlaubte neben der Definition minimaler thermischer Randbedingungen sowie der Anschnitt- und Gießpositionen, beispielsweise die Rekonstruktion eines Formaufbaus mit geteilter Lehmform für Greifenprotomen kleineren Ausmaßes (15-20 cm). Für größere Exemplare (ca. 35 cm) optimierten die archaischen Gießer offensichtlich bereits die Anschnitttechnik durch einen geteilten Zulauf.



Für die Simulation umgesetzte Anschnitttechnik mit geteiltem Zulauf für größere Greifenprotome.

Rekonstruierte geteilte Lehmform mit Kern zum Guss eines kleineren Greifenprotomen.

## \_\_ Korrosion und Korrosionsschutz \_\_

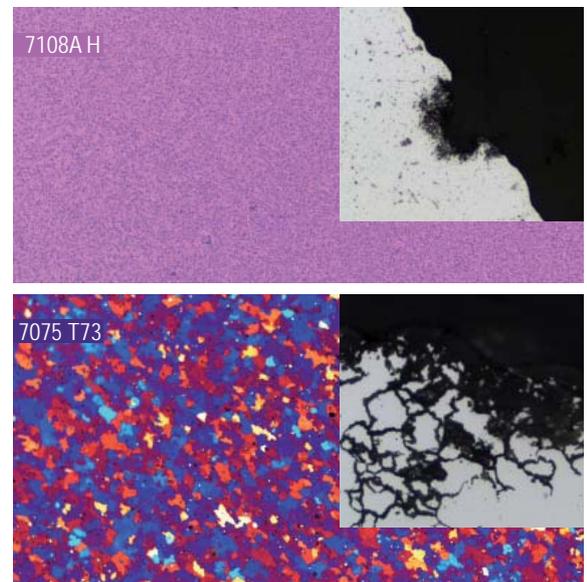
### Korrosion hochfester Aluminiumlegierungen

Um den Einsatzbereich hochfester Aluminiumlegierungen zu erweitern, werden am Lehrstuhl für Korrosion und Korrosionsschutz – u. a. im Rahmen des ZIM-Projektes „HALLE“ – die Korrosionseigenschaften weiterentwickelter Aluminiumlegierungen untersucht und mittels gezielter Legierungs- und Gefügeeinstellung optimiert. Hochfeste Aluminiumlegierungen unterliegen häufig selektiver Korrosion, wie z.B. der interkristallinen Korrosion, die entlang der Korngrenzen verläuft. Da dies unter anderem in der Bildung von Ausscheidungen an Korngrenzen oder in korngrenznahen Bereichen begründet liegt, können interkristalline Korrosionserscheinungen wesentlich durch die Legierungszusammensetzung und Herstellungsbedingungen beeinflusst werden.

Die Korrosionsprüfung nach DIN EN ISO 11846 zeigt in Abhängigkeit der Legierungs-

zusammensetzung und Prozesseigenschaften signifikante Unterschiede zwischen 7075 und 7108 hinsichtlich interkristalliner Korrosion. Die Legierung 7108 zeigt dabei eine höhere Beständigkeit. Zurückzuführen ist das im Wesentlichen auf die unterschiedliche Bildung von Ausscheidungen, von Groß- bzw. Kleinwinkelkorngrenzen und die Kornorientierung. Die Untersuchung der Korrosionsmechanismen und darauf aufbauend, die Optimierung der Legierungszusammensetzung und Wärmebehandlung ohne Einbußen hinsichtlich der mechanischen Eigenschaften, lässt eine weitere Verbesserung dieser Legierungsgruppe erwarten.

Abb. rechts: Einfluss des Gefüges hochfester Aluminiumlegierungen auf interkristalline Korrosion (DIN EN ISO 11846, Verfahren A)



## Auszug aus Veröffentlichungen und Vorträgen in 01/2013

Fischer, Sebastian Friedhelm; Groten, Veronika F.; Brachmann, Johannes; Fix, Carolin; Vossel, Thomas; Bührig-Polaczek, Andreas: „Influence of Die and Casting Temperatures and Titanium and Strontium Contents on the Technological Properties of Die-Cast A356 in the As-Cast and T6 Condition.“ In: Light Metals 2013. – John Wiley & Sons, 2013. (ISBN: 9781118663189, 9781118605721), S. 1031-1036

Schüler, P., Fischer, S. F., Bührig-Polaczek, A., Thielen, M., Seidel, R., Speck, T., Fleck, C.: „Biomimetic Engineering – Fruit walls and nutshells as inspiration for the development of novel materials.“ – G.I.T. Laboratory Journal Europe (2013, in press).

Schüler, P., Fischer, S. F., Bührig-Polaczek, A., Thielen, M., Seidel, R., Speck, T., Fleck, C.: „Bionisches Engineering – Von Frucht- und Nusschalen zur Entwicklung neuer Materialien.“ GIT Labor-Fachzeitschrift, 51: 26-28, (2013).

D. Zander, A. Balcarek: „Corrosion of diffusion bonded magnesium-aluminum couples“, Proc. 9th International Conference on Magnesium and their Applications, Vancouver, Canada 2012, ed. W. J. Pool, K.U. Kainer, (TMS 2012)

D. Zander, A. J. Pipet, J. Scheidt: „Hybrid sol-gel coatings for corrosion protection of magnesium-aluminum alloys“, Proc. 9th International Conference on Magnesium and their Applications, Vancouver, Canada 2012, ed. W. J. Pool, K.U. Kainer, (TMS 2012)

Bagcivan, Nazlim; Beckemper, Stefan; Bobzin, Kirsten; Bührig-Polaczek, Andreas; Eilbracht, Stephan; Gillner, Arnold; Hartmann, Claudia; Holtkamp, Jens; Ivanov, Todor; Klaiber, Fritz; Michaeli, Walter; Poprawe, Reinhart; Scharf, Micha; Schöngart, Maximilian; Theiß, Sebastian: „Shortening Process Chain for Manufacturing Components with Functional surfaces Via Micro- and Nanostructures.“ In: Integrative production technology for high-wage countries / Christian Brecher, ed. – Berlin [u. a.] : Springer, 2012. – (ISBN: 978-3-642-21066-2, 3-642-21066-X, 978-3-642-21067-9), S. 628-696

Bührig-Polaczek, Andreas; Träger, Heiner: „Foundry Technology.“ In: Ullmann's Encyclopedia of industrial Chemistry Foundry Technology. – Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2012. (ISBN: 9783527306732), S. 1-14

Fischer, Sebastian Friedhelm; Bührig-Polaczek, Andreas: „Evaluation and Modification of the Block Mould Casting Process Enabling the Flexible Production of Small Batches of Complex Castings.“ In: Science and Technology of Casting Processes / Edited by Malur Srinivasan. – Rijeka, Croatia [u. a.] : InTech, 2012. (ISBN: 978-953-51-0774-3), S. 87-114

Ivanova, E.; Bührig-Polaczek, A.: „Investigation of the suitability of PA12-models made in the rapid prototyping process for the production of graded topology-optimized sponge structures in the investment casting.“, Proceedings of CellMat Conference 2012, (ISBN 978-3-00-039965-7)

Subasic, Emir; Ivanov, Todor; Bührig-Polaczek, Andreas: „Numerical Simulation of the Wax Injection Process“ In: Ljivarski vestnik. – Ljubljana. (ISSN: 0024-5135) – 2012 (2012) 59, S. 234-243

## Neues von ACCESS

### Individualisierte Knieimplantate aus Titan

In der Endoprothetik steigt der Bedarf an technologischen Verbesserungen. Die Gründe dafür sind vielfältig: die begrenzte Standzeit der Prothesen, der demographische Wandel oder auch der primäre Einsatz schon bei jüngeren Patienten. Wichtige Vorgaben sind ein optimiertes Einwachsverhalten, eine Reduktion der Zahl aseptischer Lockerungen, Vermeidung allergischer Reaktionen und eine kosteneffiziente Herstellung auch von Individualimplantaten. Innerhalb eines im Rahmen der Förderrichtlinie „KMU-innovativ: Medizintechnik“ vom BMBF geförderten Projekts soll jetzt die Titanlegierung TiAl6V4 in der Modifikation für chirurgische Implantate in einem Schleudergießverfahren für Knieimplantate so verarbeitet werden, dass anschließend ortsspezifisch Ionenimplantation und Oberflächenumformung durch-



Im Feinguss gefertigtes Knieimplantat aus einer Titan-Legierung

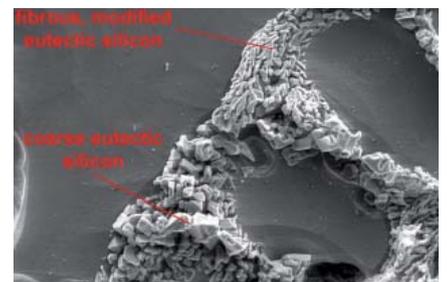
geführt werden können. Ziel ist es, die resultierenden Materialeigenschaften und Bioverträglichkeit in vitro sowie in vivo zu prüfen und die erforschte Technologie auf eine Prototypenfertigung von Vorseitenteilen zu adaptieren. =

## Giesserei-Institut/ACCESS

### Veredelung: Noch heterogen oder schon homogen?

Das DFG/AiF-Clustervorhaben „Der Einfluss von Begleitelementen auf die Schmelze- und Gussteilqualität von AlSi7Mg-Legierungen unter Nutzung der thermochemischen Modellierung und der räumlichen Darstellung des Gefüges“ vertieft die enge Zusammenarbeit zwischen dem Gießerei-Institut und ACCESS. Das Projekt verfolgt das Ziel, durch Variation von Begleitelementen wie Fe und P, der Erstarrungsbedingungen, z. B. mithilfe der Triplex-Sonde, Bridgman-Proben und Abschreck-Proben, ein homogen veredeltes Gefüge einzustellen. Dieses Gefüge führt zu besseren lokalen mechanischen Eigenschaften. Durch das Vergießen von hochreinen Materialien am Gießerei-Institut entstehen definierte, reproduzierba-

re Proben, die ACCESS in der Generierung belastbarer Ergebnisse bei Berechnungen mit der Phasenfeldmethode sowie bei thermodynamischen Berechnungen unterstützen. =



Tiefenätzung eines heterogen veredelten Bereiches einer A356-Legierung

## Aus Studium und Lehre

### RWTH-Planungstool „Carpe Diem!“

Die doppelten Abiturjahrgänge in diesem Jahr bescheren der RWTH Aachen voraussichtlich eine Steigerung der Gesamtstudierendenanzahl um rund 10 Prozent. Die Hochschule begreift diesen Zuwachs als Chance, die Lehr- und Lernbedingungen für die Studierenden nicht nur auf einem gewohnt hohen Niveau sicherzustellen, sondern auch die Stundenplanung für Studierende und Dozierende zu optimieren

und neue sowie bestehende Lehr- und Lernräume bestmöglich zu nutzen. Partielle Lösungen werden dabei jedoch durch stetig steigende interdisziplinäre Lehrverflechtungen erschwert. In einem Kooperationsprojekt mit der TU Berlin wurde aus diesem Grund die Software „Carpe Diem!“ entwickelt, die ab dem Wintersemester 2013/2014 zur optimierten Hörsaalverteilung beitragen soll. Das webbasierte

Planungstool ermöglicht es, variable Rahmenbedingungen, wie Schwankungen in der Studiennachfrage oder durch Bau- und Sanierungsmaßnahmen wechselnde Hörsaalkapazitäten, komfortabler zu managen. Selbst die Bedürfnisse der Studierenden

und Dozierenden rücken weiter in den Vordergrund. Erstmals erhalten die Dozierenden die Möglichkeit, Wunschtermine und Sperrzeiten einzugeben oder besondere Rahmenbedingungen ihrer Lehrveranstaltungen zu definieren. =

## AGIFA-Pfingstexkursion 2013

Pfingstwoche heißt am GI Exkursionswoche. So brachen am 21. Mai 2013 erneut 20 Studentinnen und Studenten sowie vier Doktoranden unter Begleitung von Professor Bührig-Polaczek auf, um die große, weite Gießereiwelt näher kennen zu lernen. Zunächst ging es über Prüm und die Andreas Stihl AG & Co. KG zur Nematik Dillingen GmbH. Im Anschluss wartete die Bewirtung in einem nahegelegenen Brauhaus. Der für den Folgetag geplante Besuch der Firma Kolbenschmidt Aluminium-Technologie GmbH musste aufgrund einer verkehrstechnischen Vollsperrung leider ausfallen,

sodass der Reisebus direkt das Produktionswerk für Magnesium-Strukturbauteile der Daimler AG in Esslingen-Mettingen ansteuerte. Am Donnerstag führte die Route weiter gen Süden, zur Georg Fischer AG in Singen und zur Getriebefertigung bei der ZF Friedrichshafen AG. Die Einladung durch die AGIFA in ein Restaurant direkt am Bodensee rundete diesen Tag ab. Der Besuch der CT GmbH in Wasseralfingen war die letzte Station der Exkursions-Teilnehmer. Hier stand die Produktion von Zylinderkurbelgehäusen bis 100 Tonnen Abzugsgewicht im Mittelpunkt.



Teilnehmer der AGIFA-Pfingstexkursion 2013

## \_\_ Institutsleben \_\_

### Stadtführung Metallverarbeitung

Unter dem Motto „Gießer, Glöckner und Gelehrte“ bietet der Stadtbekannt & Co e. V. (stadtbekannt-aachen.de) seit dem Herbst 2012 eine Stadtführung über die Tradition der Aachener Metallverarbeitung „vom Galmei, über die Nadelfabrikation bis hin zum Automobil“ an. Der knapp zweistündige Rundgang entstand in Kooperation mit dem „Institut für Getriebetechnik und Maschi-

nendynamik“ und dem „Gießerei-Institut“. Teilnehmer bekommen so neben den historischen Zeugnissen aus dem Stadtbild auch einzelne Anschauungsobjekte aus der modernen Metallforschung zu sehen. Zwei gusseiserne Ofenplatten wurden eigens am Gießerei-Institut gegossen; ein dazugehöriger Film ist in Bearbeitung. Termin der nächsten Führung: 24.08.2013. =

## Aktuelle Mitarbeiterstatistik

Unsere Institutsleitung (Professor Dr.-Ing. A. Bührig-Polaczek, Professor Dr.-Ing. D. Zander und Oberingenieur Dr.-Ing. U. Vroomen) wird derzeit tatkräftig unterstützt von 2 Mitarbeiterinnen im Sekretariat, 14 wissenschaftlichen und 13 technischen Mitarbeiter/innen, 3 Gastwissenschaftlern sowie einigen wissenschaftlichen und studentischen Hilfskräften.

## Wir gratulieren

Zur Promotion:

Dr.-Ing. Simon Hollad: „Eignung des Verfahrens der gerichteten Erstarrung zur Herstellung von Gasturbinenschaufeln aus der intermetallischen NiAl-Legierung.“

Dr.-Ing. Hao Lu: „Development of the thin shell casting technology for downwards directional solidification.“

Dr.-Ing. Bin Lao: „Druckgegossene Metallhybridstrukturen für den Leichtbau: Prozess, Werkstoffe und Gefüge der Metallhybriden.“

Zum abgeschlossenen Diplomstudium:

Thomas Brenker, Jannik Göbel, Klaas Dietrich, David Martin Hennecke

Zum abgeschlossenen Masterstudium:

Shengjie Shen, Li Sun, Stefan Muschna

Zum abgeschlossenen Bachelorstudium:

Alexander Pelzer, Adalbert Kutz

## Termine zum Vormerken

25.09.2013:

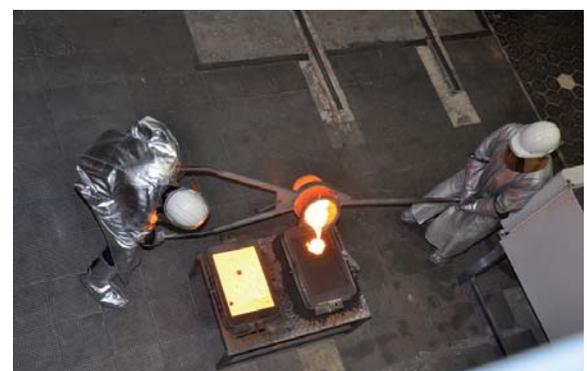
Betriebsausflug GI/ACCESS

05.-06.12.2013:

Gießerei-Kolloquium

19.12.2013:

Jahresabschlussfeier GI/ACCESS



Guss zweier gusseiserner Ofenplatten für „Stadtbekannt & Co“