



---

12. KUPFER-SYMPIOSIUM

# Werkstofftagung vom 4. – 5. November 2015 in Berlin

in Kooperation mit der BAM Bundesanstalt für  
Materialforschung und -prüfung

#### Programmausschuss:

Dr. W. Erning, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin  
Dr. N. Gaag, Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Röthenbach  
Dr. M. Hoppe, Aurubis AG, Hamburg  
Dr. A. Klassert, Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e. V., Düsseldorf  
Dr. M. Köhler, Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Röthenbach  
Dr. G. Müller, Wieland-Werke AG, Ulm  
Dr. K. Ockenfeld, Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e. V., Düsseldorf  
Dr. W. Pavel, Gebr. Kemper GmbH & Co. KG, Olpe  
Prof. P. Portella, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Berlin  
Dr. D. Rode, KME Germany GmbH & Co. KG, Osnabrück  
B. Schmitz, Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e. V., Düsseldorf  
Dr. L. Tikana, Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e. V., Düsseldorf



#### **BAM, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung**

Im Themenverbund Material – Chemie – Umwelt – Sicherheit hat die BAM ihre Kompetenzen in den Schwerpunkten:

- **Hoheitliche Funktionen zur öffentlich technischen Sicherheit**, insbesondere im Gefahrstoff- und Gefahrgutrechtsbereich
- **Mitarbeit bei der Entwicklung entsprechender gesetzlicher Regelungen**, z. B. bei der Festlegung von Sicherheitsstandards und Grenzwerten
- **Beratung der Bundesregierung, der Wirtschaft sowie der nationalen und internationalen Organisationen** im Bereich der Materialtechnik und Chemie
- **Entwicklung und Bereitstellung von Referenzmaterialien und Referenzverfahren**, insbesondere der analytischen Chemie und der Prüftechnik
- **Unterstützung der Normung und anderer technischer Regeln** für die Beurteilung von Stoffen, Materialien, Konstruktionen und Verfahren im Hinblick auf die Schadensfrüherkennung bzw. -vermeidung, den Umweltschutz und den Erhalt volkswirtschaftlicher Werte.



**Das Kupfer-Symposium**, das einmal jährlich vom deutschen Kupferinstitut veranstaltet wird, ist die bedeutendste deutschsprachige Plattform für einen professionellen Erfahrungsaustausch zwischen Industrie und Forschung und eine der wichtigsten werkstoffwissenschaftlichen Veranstaltungen zum Thema Kupfer. Neben den qualitativ hochwertigen Fachvorträgen wird von den Teilnehmern insbesondere die Möglichkeit geschätzt, sich über künftige Entwicklungen innerhalb der Werkstofftechnik und Fertigungstechnik auszutauschen und neue Forschungsansätze zu definieren. Die Veranstaltung bietet Forschungsinstituten, Hochschulen und der Industrie die Möglichkeit, den Dialog zu intensivieren und die Zusammenarbeit zu optimieren.

# Tagungsprogramm

Tagungsort:  
BAM, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,  
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

## Kupfer und Mobilität

Mittwoch,  
04. November 2015

**12.00 h**  
Eintreffen der Gäste, Imbiss

**13.00 h**  
Exkursionen BAM

**14.30 h**  
Kaffee

**15.00 h**  
Begrüßung  
Dr. A. Klassert, Deutsches Kupferinstitut  
Berufsverband, Düsseldorf

**KUPFERWERKSTOFFE IM  
SPANNUNGSFELD VON E-MOBILITÄT  
UND SELBSTFAHRENDEN AUTOS**  
Vorsitz: Dr. G. Kalinka, BAM

**15.05 h**  
**KEY NOTE: Sustainable Mobility 2100**  
**Beispiele und Abhilfemaßnahmen**  
**– Innovative synergy in smart Energy**  
**and eMobility**  
Prof. Dr. G. Spiegelberg, Siemens AG, München  
Die Ressourcen der Erde sind begrenzt. Der Weg  
zur erneuerbaren Energie und damit zum Elek-

trizitätszeitalter ist angebrochen. Dies macht  
auch nicht vor den Anforderungen zur Erfüllung  
der Mobilität für den Menschen halt. *Mobility as*  
*a Service* mit dem intelligenten e-Fahrzeug als  
Agent im *Internet of Things* kann hier ein Weg  
sein. Verbunden mit einem effektiven Energie-  
netz können Elektrifizierung, Automatisierung  
und Digitalisierung neue Ansätze zur Verfügung  
stellen, um die zukünftigen Herausforderungen  
zu bewältigen.

**15.50 h**  
**Elektromobilität in der Fahrzeugtechnik**  
**– Herausforderungen und Trends in der**  
**Automobilindustrie**  
A. Busse, ika Institut für Kraftfahrzeuge -  
RWTH Aachen, Aachen  
Die zunehmende Verschärfung der CO<sub>2</sub>-Grenz-  
werte für Pkw in Europa stellt Fahrzeughersteller  
vor die Herausforderung effizientere Fahrzeugan-  
triebe zu entwickeln und zu vermarkten.  
Im Anschluss an eine Darstellung der gültigen  
Emissionsgrenzwerte und deren zukünftiger  
Entwicklung werden antriebsseitig die techno-  
logischen Möglichkeiten zur Elektrifizierung der  
Fahrzeuge und somit zur Einhaltung der Grenz-  
werte aufgezeigt. Aufbauend auf der technolo-  
gischen Erklärung werden die Einsatzmöglichkei-  
ten elektrifizierter Antriebsstränge mittels einer  
Differenzierung nach Fahrzeugklassen analysiert.

Abschließend wird eine qualitative Abschätzung  
der Implikationen auf den Kupfereinsatz im Fahr-  
zeug aufgrund eines steigenden Markt volumens  
von elektrifizierten Fahrzeugen vorgenommen.

**16.20 h**  
**Trends und Wirtschaftlichkeit**  
**in der Batterietechnik für mobile**  
**Anwendungen**

Dr A. Gutsch, Karlsruher Institut  
für Technologie (KIT), Karlsruhe  
Bei der Diskussion um die Batterietechnik steht  
die gesamte Wertschöpfung im Fokus:  
vom Material bis hin zur Anwendung. Schwer-  
punkte sind die Li-Ionen-Zellfertigung und die  
Frage nach dem wirtschaftlichen Einsatz von  
Elektrofahrzeugen.

**16.50 h**  
**Neue Mobilität – Herausforderungen**  
**und Chancen**  
F. Hempel, BEM / Bundesverband eMobilität  
e.V., Berlin  
Wie sieht der aktuelle Status Quo im Bereich  
Elektromobilität in Europa aus? Welche Hürden  
gilt es noch zu überwinden und wo gibt es ins-  
besondere seitens der Politik und im Infrastruk-  
tur-Bereich noch Handlungsbedarf? Diese und  
weitere Fragen werden im Vortrag von Florian  
Hempel näher beleuchtet.

**17.20 h**  
Podiumsdiskussion

**17.45 h**  
Ende der Veranstaltung  
Transfer zum Hotel Palace

**19.30 h**  
**Über den Dächern von Berlin:**  
**Ein Abend im Reichstag**  
*Get Together* im historischen Reichstagsgebäude  
im Herzen Berlins. Als einziges Parlaments-  
gebäude weltweit beherbergt der Deutsche  
Bundestag ein öffentliches Restaurant.

**Rundgang und Abendempfang**

**Förderpreis 2015 des Deutschen**  
**Kupferinstituts**

**Übergabe**

**22.30 h**  
**Rückfahrt**

# Tagungsprogramm

Tagungsort:  
BAM, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,  
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

## Werkstofftagung

Donnerstag,  
05. November 2015

**9.00 h**  
**Begrüßung und Vorstellung der BAM**  
**Bundesanstalt für Materialforschung**  
**und -prüfung**  
Prof. U. Panne, BAM-Präsident, Berlin

**WERKSTOFFDESIGN/  
MATERIALEIGENSCHAFTEN**  
Vorsitz: Dr. J.-M. Welter, ehemals SF2M

**9.15 h**  
**Neue Generation bleifreier**  
**Kupfer-Zink-Legierungen auf Kupfer-**  
**Silizium-Mangan-Basis**  
Dr. T. Angerer, S. Hofer, Prof. H. Antrekowitsch,  
Montanuniversität Leoben  
Der Druck der EU-Gesetzgebung auf die  
Metallwirtschaft, gesundheitsbedenkliche  
Elemente wie etwa Blei in Alltags-Produkten  
zu vermeiden, wird immer größer. Das bisher  
übliche Legierungselement Blei bewirkt u.a.  
geringere Gussporosität und eine Verbesserung  
der Verarbeitbarkeit. Im Bereich der Messing-  
legierungen gilt bislang als beinahe einzige  
nachhaltige bleifreie Alternative mit bleihähnli-  
chen Bearbeitungseigenschaften eine 3-Stoff-  
legierung auf Basis Kupfer, Zink und Silizium.

Bei der zur Debatte stehenden Werkstoffent-  
wicklung wurden die Materialeigenschaften der  
entstehenden Werkstoffe, bei der Erweiterung  
der Legierungssysteme der Siliziummessinge, um  
die Komponente Mangan erstmals systema-  
tisch untersucht. Kernziel dieser Arbeit ist es,  
zur Optimierung bestehender Legierungen und  
Entwicklung neuer Werkstoffe beizutragen, um  
für ein mögliches Verbot bleihaltiger Cu-Basisle-  
gierungen gerüstet zu sein.

**9.40 h**  
**Anwendungsoptimiertes Material für**  
**Gleit- und Walzlager**  
Dr. B. Reetz, OTTO FUCHS Dülken GmbH & Co.  
KG, Viersen-Dülken  
Kupferwerkstoffe verdanken ihren breiten  
Einsatz auf dem Gebiet von Gleit- und Wälz-  
lagern dem Umstand, dass diese Legierungen  
dank der Kombinationsmöglichkeiten von  
Legierungsauswahl und Verarbeitung Lösungen  
für unterschiedlichste Lageranwendungen  
bieten. Dort, wo vorhandene Legierungen an  
ihre Grenzen stoßen, eröffnet die Weiter- oder  
Neuentwicklung von Kupferwerkstoffen das für  
die Überwindung dieser Grenzen notwendige  
Optimierungspotential.  
Anhand ausgewählter Beispiele wird aufgezeigt,  
wie das in der Anwendung vorliegende Gefüge  
von Kupferwerkstoffen für Gleit- und Wälz-

lager maßgeblich für den Anwendungszweck  
ist. Ausgehend von den für Lageranwendungen  
relevanten Gefügebestandteilen in Kupferwerk-  
stoffen, namentlich Messingen oder Bronzen,  
wird das Zusammenspiel von Legierung, Prozess  
der Verarbeitung und resultierenden Gefügen  
erläutert. Am Beispiel einer Aluminiumbronze  
wird die Einstellung vergleichbarer Gefüge für  
deutlich unterschiedliche Abmessungen, bei  
Verwendung verschiedener Herstellungsverfahren,  
gezeigt.

**10.05 h**  
**Anpassung einer Conti-M® Technologie**  
**für heutige Werkstoffanforderungen**  
H. Busch, K.-D. Palm, MKM Hettstedt GmbH,  
Hettstedt  
Im Beitrag sollen wesentliche Meilensteine zur  
Entwicklung der Conti-M® Technologie darge-  
stellt werden. Dazu werden anlagentechnische  
Veränderungen und deren Auswirkungen auf die  
Qualität der Kupferprodukte vorgestellt. Über eine  
zielgerichtete Reduzierung des Sauerstoffgehaltes  
im Flüssigkupfer ist es möglich geworden, alle  
einschlägigen Kupferqualitäten über die Con-  
ti-M® Technologie herzustellen. Neueste Entwick-  
lung bei MKM ist die Herstellung von hochreinen  
OFE-Cu Bändern mit Sauerstoffgehalten < 5 ppm,  
exzellenter Wasserstoffbeständigkeit (ISO 2626)  
und höchsten Leitwertigkeiten.

**10.30 h**  
**Kaffeepause**

**NANO- UND OBERFLÄCHENTECHNIK**  
Vorsitz: Dr. G. Müller, Wieland-Werke AG

**10.50 h**  
**Minimierung des elektrischen Kontakt-**  
**widerstands verzinnter Kupfer-Kontakte**  
**mittels Laserinterferenzstrukturierung**  
Prof. F. Mücklich, K. E. Trinh, Universität des  
Saarlandes und Material Engineering Center  
Saarland, Saarbrücken  
Elektrische Steckverbinder sind während des  
Betriebs in Kraftfahrzeugen hohen Tempe-  
raturen, starken Temperaturschwankungen,  
Vibrationen sowie korrosiven Medien ausgesetzt.  
Um eine leichte Montage zu ermöglichen,  
werden zudem niedrige Steck- und Ziehkräfte  
gefordert, was sich nachteilig auf die elektrische  
Leitfähigkeit und die Beständigkeit gegen  
Vibrationsverschleiß (Fretting) auswirken kann.  
Verschärft werden die Einsatzbedingungen von  
Steckverbindern zudem durch den Trend der  
Miniaturisierung in Kraftfahrzeugen und den  
damit verbundenen stärkeren Vibrationen sowie  
höheren Betriebstemperaturen, insbesondere  
im Motorraum. Getrieben durch die Zunahme  
elektronischer Systeme ist somit eine höhere  
Verschleißbeständigkeit bei gleichzeitig steigen-

der Anzahl an Einzelkontakten gefordert. Um den künftigen Anforderungen gewachsen zu sein, stehen neben rein konstruktiven Lösungen vor allem materialwissenschaftliche Ansätze im Fokus. Die Funktionseigenschaften eines Steckverbinders werden neben dem Basismaterial, bei dem es sich meist um Kupferlegierungen handelt, vor allem durch den Beschichtungswerkstoff bestimmt. Am häufigsten kommen hierbei Zinn bzw. Zinnlegierungen zum Einsatz. Ein vielversprechendes Verfahren zur Optimierung von Werkstoffoberflächen stellt die Laserinterferenzstrukturierung dar, mit deren Hilfe auf der Steckverbinderoberfläche eine periodische Topographie, in der Größenordnung von wenigen  $\mu\text{m}$ , erzeugt werden kann. Im Fokus der aktuellen Untersuchung, liegt die lastabhängige Entwicklung des elektrischen Kontaktwiderstands unter stationären Bedingungen.

## 11.15 h Vermeidung der Trockenrissigkeit von im Meerwasser gebildeten schützenden Deckschichten auf Kupfer-Nickel-Legierungen

Dr. M. Langer, Institut für Korrosionsschutz Dresden GmbH, Dresden  
Kupfer-Nickel-Legierungen bilden im Kontakt mit Meerwasser dünne schützende Deckschichten aus, woraus sich viele Anwendungsmöglichkeiten in der maritimen Technik ergeben. Ihre gute Verarbeitbarkeit und Schweißbarkeit erweisen sich als vorteilhaft bei der Fertigung

von Rohren, Blechen und Formteilen. So kommt insbesondere die Legierung CuNi10Fe1,6Mn („CuNi10“) z.B. als Material für Meerwasserleitungen, Wärmetauscher, Kondensatoren oder Plattierungen im Schiffbau, für Meerwasserentsalzungsanlagen und Bohrplattformen zum Einsatz. REM- Aufnahmen der deckschichtbehafteten Oberflächen im Rahmen von Untersuchungen zur Deckschichtbildung mit künstlichem Meerwasser zeigen ein Rissnetzwerk, welches sich offenbar durch die Verdampfung von Hydratwasser und der begleitenden Schrumpfung der oxidischen Deckschichtprodukte bildet. Ziel der Arbeiten war es, die Trocknung bereits deckschichtbehafteter CuNi10-Oberflächen durch die zeitweise Aufbringung von ausgewählten filmbildenden hygroskopischen Substanzen zu vermeiden. Diese Art Oberflächenkonservierung soll auf die Dauer der Trockenlagerung beschränkt sein und vor erneuter Meerwasserkontaktierung vollständig abgespült werden.

## 11.40 h Oberflächenkonditionierung von Kupfer-Werkstoffen zur Stabilisierung des Dauerstrich-Lasermikroschweißens

Ch. Hoff, J. Hermsdorf, S. Kaierle, Laser Zentrum Hannover, Hannover  
Das Laserstrahlschweißen von Kupfer findet besonders dann Vorteile in der Anwendung, wenn eine kraftlose und äußerst präzise Einbringung von Energie erforderlich ist. Im Unterschied

zu anderen Metallen weist Kupfer Eigenschaften auf, die beim Schweißen mittels infraroter (IR) Laserstrahlung, zu einer reduzierten Prozesssicherheit und Qualität führen. Anwendungen mit hohem Potential für den Lasereinsatz beim Kupferschweißen liegen vor allem in der Kontaktierung von empfindlichen Baugruppen oder bereits montierten, schwer zugänglichen Fügestellen. Studien haben gezeigt, dass die Oberflächenkonditionierung von Kupferwerkstoffen mit gepulster grüner Laserstrahlung (532 nm) eine deutlich höhere Absorptionsfähigkeit von infraroter Laserstrahlung beim Punktschweißen sowie definierte Prozessbedingungen hervorruft. Präsentiert werden Ergebnisse mit niederenergetischer cw-Laserstrahlung (< 200 Watt) welche bestätigen, dass eine Konditionierung der Kupferoberfläche das Einkoppelverhalten der IR-Strahlung verbessert. Darüber hinaus wird der Einfluss der Konditionierung bei höheren Leistungsdichten (bis 1,5 Kilowatt) sowie den Einfluss der Wiederholrate der Konditionierlaserstrahlungspulse dargestellt.

## 12.05 h Förderpreis 2014 des Deutschen Kupferinstituts

### Kurzvortrag

## 12.30 h Mittagessen

### SIMULATION UND MODELLIERUNG Vorsitz: Dr. M. Hoppe, Aurubis AG

## 13.15 h Entwicklung eines Werkzeuges zur automatischen Berechnung optimaler Prozessparameter auf der Grundlage metallurgischer Anforderungen

S. Künne, Otto Junker GmbH, Simmerath-Lammersdorf  
Walzprodukte aus Kupferlegierungen bilden das Ausgangsmaterial für eine breite Palette von Anwendungen, was zu ebenso vielen verschiedenen Anforderungen an die Materialeigenschaften führt. Die Materialeigenschaften lassen sich neben der Legierungszusammensetzung maßgeblich durch den Prozess einstellen, welcher aus den Schritten Kaltwalzen und Wärmebehandeln besteht. Dabei kommt dem Temperatur-Zeit-Verlauf, den das Material erfährt, eine entscheidende Bedeutung zu. Viele Walzwerkbetreiber stehen nun vor dem Problem, dass zwar die Glühpraxis für ein Material bekannt ist, aber leider nicht, mit welchem Rezept, das heißt mit welchen Anlageneinstellungen, die Glühpraxis erfüllt wird. Der Bereich der Wasserabschreckung ist hier für die Materialeigenschaften besonders kritisch. In diesem Beitrag wird eine Hilfestellung, mittels eines Rezeptgenerators zu der obengenannten Thematik, gegeben. Die

Grundlage für den Rezeptgenerator bildet ein physikalisch motiviertes Modell, das die gesamte Anlage abbildet. Der Anlagenbetreiber muss das Rezept zu einer Glühpraxis also nicht mehr aufwändig ermitteln, sondern kann es direkt in der Anlagensteuerung vorgeben.

## 13.40 h

### **Simulation der Kombination von Kippung und Versetzung auf die Exzentrizität und Eigenspannungen von Rohren beim Gleitziehen**

F. Foadian, H. Palkowski, A. Carradó, TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, und Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg

Die Reduzierung der Toleranzen und Einstellung spezifischer Größen in Rohren, hier Exzentrizität und Eigenspannungen, führt zu einer verbesserten Materialeffizienz. Die wirtschaftliche Bedeutung liegt hier in der Reduzierung der Masse bei gleicher Belastbarkeit. Interessant für Werkstoffe mit einem hohen Materialkostenanteil. Zudem bietet eine lokale, gesteuerte Exzentrizitätserhöhung die Möglichkeit, die Massenverteilung in einem Rohr (lokal über Umfang und Länge) so zu gestalten, dass für nachfolgende Umformprozesse an geeigneter Stelle mehr Material zur Verfügung steht und damit z.B. Versagen durch Ausdünnung und nachfolgender Rissbildung reduziert wird. In diesem Projekt wurde die Auswirkung der Kombination von Kippung und Versetzung auf die Exzentrizität und Eigenspannungen mittels der

Finite-Element-Methode untersucht. Für die Simulation wurde die FE-Software ABAQUS/Explicit in der Version 6.14 verwendet.

## **PROZESS- UND FERTIGUNGSTECHNIK**

Vorsitz: Dr. D. Rode,  
KME Germany GmbH & Co. KG

## 14.05 h

### **Laserstrahlschweißen unter reduziertem Arbeitsdruck von Kupfer**

Ch. Turner, U. Reisgen, S. Olschok, S. Jakobs, RWTH Aachen, ISF Institut für Schweißtechnik und Fügetechnik, Aachen

Kupfer ist in der heutigen Zeit als wichtigster Werkstoff in der Elektronikindustrie nicht mehr wegzudenken. Aus der Vielzahl von Einsatzgebieten ergeben sich unmittelbar zahlreiche Anwendungen für das Fügen von Kupfer mittels Schweißen. Dies ist jedoch aufgrund der spezifischen Eigenschaften wie der hohen Wärmeleitfähigkeit mit einem erheblichen Aufwand verbunden. Es besteht Bedarf an der Weiterentwicklung des Laserstrahlschweißens zum prozesssicheren Schweißen von Kupfer, bei Blechdicken größer 3 mm. Eine solche Weiterentwicklung stellt das Laserstrahlschweißen unter reduziertem Arbeitsdruck (LaVa) dar, welches derzeit am ISF im Rahmen eines öffentlich geförderten Forschungsvorhabens untersucht wird. Im Vortrag und der Veröffentlichung werden die bisher erzielten Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens präsentiert und ein Ausblick auf die zukünftigen Arbeiten gegeben.

## 14.30 h

### **Prozess- und werkstofftechnische Aspekte beim Ultraschallschweißen von Al-Cu-Verbindungen unter Berücksichtigung metallischer Zwischenschichten**

A. Regensburg, F. Petzoldt, R. Schürer, Prof. J. P. Bergmann, TU Ilmenau, Ilmenau

Die politisch und wirtschaftlich getriebenen Bestrebungen der Ressourcenschonung und Emissionsreduzierung haben sich in den letzten Jahren zu den Schlagwörtern in zahlreichen Industriebereichen entwickelt. Die dabei verfolgte Leichtbaukonzepte – gerade der werkstoffliche Leichtbau – erhöhen die Anforderungen an die einzusetzenden Füge-technologien enorm. Das Fügen von elektrischen Kontaktierungen durch Ultraschallschweißen stellt hierfür ein passendes Beispiel dar. Im Bereich der Bordnetzsysteme führen die stetig steigenden Anforderungen an Sicherheits- und Komfortfeatures dazu, dass in modernen Fahrzeugen mehrere Kilometer Kabel integriert werden müssen. Um Gewicht und Kosten einzusparen, werden an dieser Stelle zunehmend Kupfer- durch Aluminiumleitungen substituiert. Die vorliegende Untersuchung befasst sich daher mit den beim Ultraschallschweißen von Aluminium-Litzen auf beschichtete Kupfer-Kontaktelemente auftretenden Wechselwirkungen zwischen Prozess und Werkstoff. Unter Variation der Oberflächenzustände wurden die hergestellten Verbindungen sowohl mechanisch als auch metallografisch bewertet und durch Korrelation mit den Anlagenwerten eine ganzheitliche Betrachtung durchgeführt.

## 14.55 h

### **Bohren und Gewindeherstellung in schwer zerspanbare bleifreie Kupferwerkstoffe**

C. Nobel, Prof. F. Klocke, D. Veselovac, Werkzeugmaschinenlabor WZL der RWTH, Aachen

Um möglichst produktiv aus Halbzeug das jeweilige Bauteil herzustellen, werden Kupferwerkstoffen zerspanungsverbessernde Legierungselemente zugesetzt, insbesondere Blei. Hierdurch entstehen Werkstoffe, die heutzutage zu den am besten zu zerspanenden Metallen gehören. Ein klassischer Vertreter dieser Legierungen ist das bleilegierte Automatenmessing CuZn39Pb3. Durch eine veränderte Gesetzgebung, aufgrund der umwelt- und gesundheitsschädlichen Wirkung von Blei, zeichnet sich jedoch ein Verbot bzw. eine drastische Reduzierung dieses Elements in Kupferlegierungen ab. Durch den Verzicht auf Blei wird die Zerspanbarkeit der Kupferwerkstoffe im Vergleich zu den bleihaltigen Legierungen signifikant verschlechtert. Eine besondere Herausforderung stellt hierbei die Innenbearbeitung dar. In experimentellen Untersuchungen wurde daher die Zerspanbarkeit von schwer zerspanbaren, bleifreien Kupferlegierungen beim Bohren, mit einem Durchmesser von  $d = 1$  mm und bei der Herstellung von M3 Innengewinden, analysiert. Aufbauend auf den Grundlagenversuchen wurden verschiedene Lösungsansätze entwickelt, um die Prozesssicherheit und Produktivität signifikant zu steigern. Zur Herstellung der M3 Innengewinde wurde zudem das Leistungspotenzial des Gewindefräsen und -formens als Alternative zum Gewindebohren untersucht.

15.20 h  
Kaffeepause

### METALLURGIE UND GIESSTECHNIK

Vorsitz: Prof. P. D. Portella, BAM

15.40 h  
**Untersuchung eines alternativen  
pyrometallurgischen Verfahrens zur  
Herstellung von Cu-Cr-Legierungen**

J. Brenk, S. Hassan-Pour, P. Spiess, B. Friedric,  
IME Metallurgische Prozesstechnik und  
Metallrecycling, RWTH Aachen

In dieser Arbeit wird eine alternative Route für die Gewinnung von Kupfer-Chrom-Legierungen vorgestellt. Dabei wird der klassische Weg des heißisostatischen Pressens durch den Schritt der Aluminothermie ersetzt. An diese schließt sich wie auch beim heißisostatischen Pressen ein Raffinationsschritt Vakuumlichtbogenofen an. Ein gewöhnlicher pyrometallurgischer Prozess mit einer ausgeprägten schmelzflüssigen Phase ist hierbei keine Option, da das System Kupfer-Chrom über eine ausgeprägte Mischungslücke verfügt und somit in der Schmelze entmischt würde.

16.05 h  
**Microguss – Das Verfahren für kleinste  
hochwertige Teile**

B. Nonnenmacher, K. Heitzmann,  
Nonnemacher GmbH & Co. KG, Ölbronn-Dürrn

Die steigende Nachfrage an kleinsten Bauteilen in der Mikrosystemtechnik erfordern Fertigungsverfahren, die Wirtschaftlichkeit und Präzision vereinen. Durch kontinuierliche Weiterentwicklung des bekannten Wachsausschmelzverfahrens wurde der Microguss entwickelt. Hierbei wird im Gegensatz zum klassischen Feingießen, bei dem mit Wachsmoellen aus Soft-Tools gearbeitet wird, mit Stahlwerkzeugen und Kunststoffteilen gearbeitet. Prototypen können schnell, präzise, wirtschaftlich und im Originalmaterial hergestellt werden. Im Gegensatz zur Serienfertigung werden bei Microguss RP die auszusmelzenden Modelle mittels verschiedener, aufbauender Rapid-Prototyping-Verfahren erstellt. Somit ist es möglich, mit Hilfe eines 3-D-Datensatzes innerhalb von wenigen Arbeitstagen Prototypen zu erstellen, welche aus dem Originalmaterial bestehen und serientauglich sind. Klein- und Kleinstteile mit komplexen Geometrien und feinsten Strukturen, können so in Metall gefertigt werden, welche bisher nur in Kunststoff denkbar waren. Die Kombination einzelner Teile zu einem einzigen Bauteil gehört ebenfalls zu den Stärken dieses Verfahrens. Das eröffnet Konstrukteuren vielfältige Möglichkeiten, um verschiedenste Anforderungen in einem einzigen Bauteil zu realisieren.

16.30 h  
**Ressourceneffiziente Schutz-  
und Antihafbeschichtungen für  
Gießprozesse**

V. Hofmann, CeraNovis GmbH, Saarbrücken

Zur Herstellung von gegossenen Kupferprodukten werden nach wie vor Einweg-Trennmittel eingesetzt, so z.B. zur Herstellung von Messingkokillenguss – meist auf Graphitbasis. Eine Prozesssteuerung mit diesem Trennmittel ist nur in sehr engen Limits über die Applikationsparameter möglich. Die Kokille wird mit der Graphitsuspension für jeden Abguss neu beschichtet. Sorge bereitet nicht nur der hohe Verbrauch und der sich ständig wiederholende Arbeitsschritte, sondern auch die Entsorgung der eingebrachten Trennmittelmengen. Nur ein Teil des Graphits kann kontrolliert aus dem Prozess wieder abgeführt und muss teuer entsorgt werden. Der Rest belastet die Arbeitsumgebung, die Menschen und Aggregate. Mit der keramischen BC-Beschichtung ist es möglich, die Produktivität zu erhöhen und Kosten zu senken. Viele weitere positive Nebeneffekte gehen einher mit dem Einsatz dieses nachhaltigen Trennmittels. In diesem Beitrag werden die Wirkungsweise des Mittels und die vielfältigen positiven Effekte gezeigt.

16.55 h  
Schlusswort

Dr. A. Klassert, Deutsches Kupferinstitut  
Berufsverband, Düsseldorf

17.15 h  
Ende der Veranstaltung

### Begleitausstellung

Referenzmaterialien sind unverzichtbar, wenn es darum geht, die Richtigkeit und Zuverlässigkeit von Messergebnissen zu gewährleisten. Falsche Messwerte können zu erheblichen, jedoch häufig vermeidbaren Mehrkosten führen. Im Rahmen einer begleitenden Ausstellung wird das RM-Angebot der BAM im Bereich der Cu-Werkstoffe vorgestellt; weitere Entwicklungen werden diskutiert ([http://www.rm-certificates.bam.de/de/certificates/non\\_ferrous\\_and\\_alloys/copper/index.htm](http://www.rm-certificates.bam.de/de/certificates/non_ferrous_and_alloys/copper/index.htm)). Zudem werden in einer Posterausstellung weitere werkstoffrelevante Projekte vorgestellt.

*Programmänderungen vorbehalten*

# Anmeldung zum Kupfer-Symposium in Berlin

## 04. bis 05. November 2015

**Tagungsort:** BAM, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,  
Unter den Eichen 87, 12205 Berlin

### Hiermit melde ich mich verbindlich an:

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Anschrift \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_

### Teilnahmegebühren:

- 675,00 Euro - Nicht-Mitglieder des Deutschen Kupferinstituts  
(Frühbucherrabatt bis 31.7.2015: 625,00 Euro)
- 590,00 Euro - Mitglieder des Deutschen Kupferinstituts  
(Frühbucherrabatt bis 31.7.2015: 540,00 Euro)
- 300,00 Euro - Referenten
- 75,00 Euro - Studenten

**Leistungen:** Teilnahme am Programm inkl. Tagungsunterlagen, Tagungsbewirtung,  
Abendveranstaltung am 04.11.2015, Bustransfers.  
Die Teilnahmegebühren sind umsatzsteuerfrei.

### Zusätzliche Programmpunkte (bitte Teilnahme ankreuzen)

- BAM-Exkursionen (bitte nur eine Besichtigung auswählen, da Parallelveranstaltungen)
  - a)  Sicherheitsaspekte von Li-Ionen-Batterien
  - b)  Metallografie; Elektronenmikroskopie
  - c)  Mechanisches Verhalten von Werkstoffen
  - d)  Korrosion
  - e)  Zerstörungsfreie Prüfung
  - f)  Schweißtechnik

Get Together: Ein Abend im Reichstag

- Bustransfers  
(**04.11.15:** 17.45 Uhr Transfer BAM /Hotel Palace; 19.15 Uhr -Transfer Hotel Palace/ Reichstag;  
22.30 Uhr - Transfer Reichstag - Hotel Palace; **05.11.15:** 8.00 Uhr - Transfer Hotel Palace /BAM)

**Bei Rücktritt** von der Anmeldung bis zum 26.10.2015 wird die Teilnahmegebühr abzüglich 50,00 Euro für die Bearbeitung zurückerstattet. Bei späterem Rücktritt bzw. Nichterscheinen wird die volle Teilnahmegebühr erhoben. Namensänderungen sind jederzeit kostenlos möglich. Rücktrittsmeldungen müssen schriftlich erfolgen. Die Zahlung erfolgt nach Rechnungsstellung.

**Bitte beachten Sie:** Unter dem Stichwort „Kupfer-Symposium“ bietet das Hotel Palace \*\*\*\*, Budapester Str. 45 | 10787 Berlin | Tel +49 (030) 2502-1190 | Fax +49 (030) 2502-1109 | Mail: res@palace.de | www.palace.de, bis zum 24.09.2015 Zimmer zu ermäßigten Preisen vom 125,00 Euro inkl. Frühstück an. Bitte reservieren Sie dort bei Bedarf selbst Ihr Zimmer.

Anmeldungen bis 26.10.2015 unter [kupfersymposium@kupferinstitut.de](mailto:kupfersymposium@kupferinstitut.de)  
Deutsches Kupferinstitut Berufsverband e. V. · Am Bonneshof 5 · 40474 Düsseldorf  
Tel.: 0211 47963-00 · Fax: 0211 47963-10



**BAM**

Bundesanstalt für  
Materialforschung  
und -prüfung

**BAM Bundesanstalt für  
Materialforschung und -prüfung**  
Unter den Eichen 87  
12205 Berlin

Telefon: +49 (0) 30 8104-0  
Telefax: +49 (0) 8112029

[info@bam.de](mailto:info@bam.de)  
[www.bam.de](http://www.bam.de)



**Deutsches  
Kupferinstitut**  
Copper Alliance

**Deutsches Kupferinstitut  
Berufsverband e.V.**  
Am Bonneshof 5  
40474 Düsseldorf

Telefon: +49 (0) 211 4796-300  
Telefax: +49 (0) 211 4796-310

[info@copperalliance.de](mailto:info@copperalliance.de)  
[www.kupferinstitut.de](http://www.kupferinstitut.de)