

kupfer_

Kupfer- Symposium 2025

12. bis 13. November 2025

Werkstofftagung in Schwäbisch Gmünd

Programm Stand 30.06.2025
Änderungen vorbehalten

In Kooperation mit:
fem Forschungsinstitut



Programmausschuss

C. Blecking | Kupferverband e.V., Düsseldorf
Dr. P. Böhlke | KME Germany GmbH & Co. KG, Osnabrück
F. Bauer | fem Forschungsinstitut, Schwäbisch Gmünd
Dr. M. Eisenbart | fem Forschungsinstitut, Schwäbisch Gmünd
Dr. U. Hofmann | Wieland-Werke AG, Ulm
F. König | fem Forschungsinstitut, Schwäbisch Gmünd
Dr. K. Ockenfeld | Kupferverband e.V., Düsseldorf
J. Pesl | Montanwerke Brixlegg AG, Brixlegg
Dr. M. Rehse | Gebr. Kemper GmbH & Co. KG, Olpe
Dr. B. Schubert | Kupferverband e.V., Düsseldorf
Dr. F. Seuß | Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Röthenbach
Dr. L. Tikana | Kupferverband e.V., Düsseldorf

Das fem Forschungsinstitut in Schwäbisch Gmünd zählt seit 1922 zu den führenden Instituten für die Erforschung, Entwicklung und Analyse von metallischen Werkstoffen und Beschichtungen. Ziel der Aktivitäten der rund 100 Beschäftigten auf den Gebieten der Materialwissenschaft, Metallchemie und Oberflächentechnik sind zukunftsweisende Lösungen für KMU und die Industrie. Bei der Führung am fem stehen besonders interessante Stationen für die Kupferbranche im Fokus – darunter mechanische Tests mit dem Relaxomat 9000, das Gießlabor, Umformungsverfahren, Beschichtungstechniken sowie Messungen von Eigenspannungen und thermophysikalischen Eigenschaften.

kupfer_

Das Kupfer-Symposium ist die bedeutendste deutschsprachige Plattform für den fachlichen Austausch rund um den Werkstoff Kupfer. Als eine der wichtigsten werkstoffwissenschaftlichen Veranstaltungen im deutschsprachigen Raum bringt es Vertreterinnen und Vertreter aus Forschung, Hochschulen und Industrie zusammen. Im Mittelpunkt stehen der interdisziplinäre Dialog, aktuelle Entwicklungen sowie neue Forschungs- und Anwendungsperspektiven. Neben den hochwertigen Fachvorträgen bietet das Symposium Raum für Vernetzung und persönliche Gespräche über Disziplinen, Institutionen und Branchengrenzen hinweg.

Veranstalter ist der Kupferverband, die zentrale Schnittstelle der Kupferindustrie mit europäischer Ausrichtung. Mit seiner besonderen Rolle als unabhängige, wissenschaftlich-technische Instanz ist der Verband weit mehr als ein klassischer Branchenvertreter. Er fungiert als Wissensquelle, Impulsgeber und Plattform für den Austausch zwischen Industrie, Forschung und Normung. Neutral, fachlich fundiert und breit

vernetzt. Das interdisziplinäre Expertenteam des Kupferverbands deckt ein breites Themenspektrum ab: von Werkstofftechnik über Umwelt und Gesundheit bis hin zu Marktanalysen, Kommunikation und Normung. Der Verband liefert Orientierung, vermittelt Wissen und begleitet Entwicklungen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dazu zählen Publikationen, Projekte, Gremienarbeit und direkte Beratung.

Das Kupfer-Symposium steht exemplarisch für dieses Selbstverständnis. Es macht aktuelles Wissen sichtbar, bringt Menschen zusammen und fördert die Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. So entstehen neue Impulse für den Werkstoff Kupfer und seine Zukunft.



Tagungsort: fem Forschungsinstitut

WERKSTOFFTAGUNG

Tag 1

Mittwoch, 12. November 2025

9:00 Uhr

Eintreffen der Gäste | Registrierung

9:30 Uhr

Begrüßung

Prof. Dr. H. Kaßner | fem Forschungs-
institut,

Dr. Klaus Ockenfeld | Kupferverband e.V.

9:40 Uhr

**Künstliche Intelligenz – Grundlagen,
Anwendungen, Ausblick**

Prof. Dr. T. Dahmen | Hochschule Aalen

10:10 Uhr

SESSION DIGITALISIERUNG & KI

Sessionleitung Dr. D. Helm
Fraunhofer-Institut für Werkstoff-
mechanik IWM

10:10 Uhr

**Paradigmenwechsel in der
Gefügeanalyse: Wie KI die Grenzen
klassischer Methoden überwindet**

Dominik Britz^{1,2}, Martin Müller^{1,2},
Björn-Ivo Bachmann, Frank Mücklich^{1,2} |

¹Material Engineering Center Saar-
land, ²Universität des Saarlandes,
Saarbrücken

Das Herzstück der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik ist das Aufstellen von Prozess-Gefüge-Eigenschafts-Korrelationen als Basis für Material- und Prozessentwicklung. Im Mittelpunkt stehen dabei Charakterisierung und Quantifizierung des Gefüges. Diese erfolgt traditionell manuell durch Experten; aufwendig und subjektiv. Fortschritte in KI und ML bieten neue Wege: objektiv, reproduzierbar, automatisiert, auch für komplexe Gefüge. Der Beitrag gibt einen Überblick über KI-gestützte Gefügeanalyse mit Fokus auf die Korngrößenbestimmung in

Kupfergefügen. Trotz Standardisierung bleibt diese Aufgabe durch die Vielfalt an Legierungen, komplexe Strukturen sowie Einflüsse von Präparation und Kontrastierung anspruchsvoll. Diskutiert werden Datenbasis, Umgang mit Varianzen und die Rolle korrelativer Mikroskopie bei der Entwicklung robuster, präziser KI-Modelle.

10:30 Uhr

**KupferDigital und KupferDigital2:
Materialdatenraum zur Steigerung
von Effizienz und Nachhaltigkeit des
Kupferlebenszyklus**

M. Eisenbart¹, F. Bauer¹, S. Brehm²,
J. Riedle³, S. Tramp⁴, M. Weber⁵,
T. Freudenmann⁶, A. Todor⁷, D. Bösch⁸,
H. Busch⁹, K. Junghanns¹⁰, S. dos Santos¹¹,
I. Lepenies¹², S. Chintha¹³, Chen Yihan¹⁴
| ¹fem Research Institute, ²Wieland
Electric GmbH, ³Wieland-Werke AG,
⁴eccenca GmbH, ⁵Fraunhofer Institut für
Werkstoffmechanik IWM, ⁶EDI GmbH,
⁷DIN Solutions GmbH, ⁸Schaeffler
Technologies AG & Co. KG, ⁹KME Mans-
feld GmbH, ¹⁰Institut für angewandte
Informatik, ¹¹Aurubis Stolberg GmbH
& Co. KG, ¹²SCALE GmbH, ¹³MCS Data

Labs GmbH, ¹⁴DIN Deutsches Institut für
Normung e.V.

Im Projekt KupferDigital wurde ein ontologiebasierter Datenraum für Kupferdaten entlang des Lebenszyklus von Kupferwerkstoffen aufgebaut. In Form von Wissensgraphen entstanden digitale Repräsentationen zur Legierungsentwicklung, mechanischen und mikrostrukturellen Charakterisierung sowie zu Recyclingstoffflüssen, jeweils verknüpft mit den zugehörigen Rohdaten. Aufbauend auf diesen Ergebnissen wurde 2025 das Folgeprojekt KupferDigital2 gestartet, das die industrielle Anwendung adressiert. Dafür wird eine Fertigungskette für einen Steckverbinder ontologisch beschrieben, als Wissensgraph abgebildet und um ökologische und sozioökonomische Footprints ergänzt. Digitale Zwillinge und ein digitaler Produktpass fließen in die Entwicklung des Demonstrators ein. Begleitend erfolgen Arbeiten zur Standardisierung digitaler Prozesse, zur Ontologieentwicklung und zur Struktur eines digitalen Produktpasses mit konkretem Mehrwert für die Kupferbranche.

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

10:50 Uhr

Werkstoffdaten smart verknüpfen: Zentrales Stammdatenmanagement und Prozessintegration mit dem Kupferschlüssel

C. Bunge | Matplus GmbH, Wuppertal

In Unternehmen mit verteilten Entwicklungs- und Fertigungsprozessen erschweren uneinheitliche Werkstoffdaten die bereichsübergreifende Zusammenarbeit und den digitalen Austausch. Unterschiedliche Bezeichnungen, Einheitensysteme und Eigenschaftsdefinitionen führen zu Medienbrüchen und Effizienzverlusten. Ein Lösungsansatz wurde vom Kupferverband e.V. und Matplus mit dem „Kupferschlüssel“ entwickelt – einer digitalen Plattform für Kupferwerkstoffe. Sie stellt harmonisierte Datenmodelle bereit und ermöglicht eine konsistente Beschreibung von Werkstoffeigenschaften; von der chemischen Zusammensetzung bis zu physikalischen Kennwerten. Auch Bewegungs- und Prozessdaten lassen sich integrieren, was digitale Zwillinge und neue Analysemöglichkeiten schafft. So wird gezeigt, wie Werkstoff- und Prozessdaten etwa bei der Herstellung eines Kupferstabs verknüpft werden. Die Harmonisierung von Stamm- und Bewegungsdaten

bildet eine zentrale Grundlage für die digitale Transformation: Sie steigert Effizienz, vermeidet Fehler und reduziert Schnittstellenverluste.

11:10 Uhr

SESSION ADDITIVE FERTIGUNG

Sessionleitung F. König
fem Forschungsinstitut

11:10 Uhr

Gezielte Einstellung der Leitfähigkeit und Festigkeit von additiv gefertigten Kupferlegierungen durch Ausscheidungshärtung

Samira Gruber, Lukas Stepien,
Elena Lopez, Frank Brückner,
Julia Dölling, Christoph Leyens |
Fraunhofer iws, Dresden

Kupfer ist für seine exzellente thermische und elektrische Leitfähigkeit bekannt. Durch die Zugabe von Legierungselementen und Nutzung der Ausscheidungshärtung lässt sich die Festigkeit deutlich steigern bei gleichzeitigem Ausbalancieren von Leitfähigkeit, Festigkeit und Duktilität. Am Fraunhofer IWS wird ein grüner Laser für das selektive Laserstrahlschmelzen verwendet, um

komplexe Bauteile aus Kupferlegierungen wie CuCr1Zr, CuNi2SiCr, Cu4Cr2Nb und CuHfCr herzustellen. Einsatzbereiche finden sich überall dort, wo Wärme effizient abgeführt werden muss, z. B. in Raketentriebwerken, der Kernfusion oder Teilchenbeschleunigern. Der Beitrag stellt die mechanischen und elektrischen Eigenschaften der additiv gefertigten Legierungen vor und diskutiert verarbeitungstechnische Herausforderungen wie die wellenlängenabhängige Absorption und hohe Wärmeleitfähigkeit. Das ermittelte Eigenschaftsfenster bietet Anwendern eine fundierte Grundlage für die Bauteilauslegung.

11:30 Uhr

Nutzung von Defekten aus der additiven Fertigung zur Verbesserung des tribologischen Verhaltens von Kupfer und Kupferlegierungen

J. Franke | KIT, Karlsruhe

Reibungsbedingter Verschleiß und Energieverluste wirken sich erheblich auf Wirtschaft und Ressourcennutzung aus. Die Tribologie als Wissenschaft von Reibung, Verschleiß und Schmierung bietet Ansatzpunkte zur Verbesserung. Reines Kupfer eignet sich gut für

grundlagenorientierte Studien, Kupferlegierungen finden breite Anwendung in Gleitlagern. In einem tribologischen Kupfer-Saphir-Modell wurde der Einfluss geschlossener Poren untersucht. Proben mit variierender Porosität zeigten eine Reduktion des Reibungskoeffizienten um bis zu 50 % bei gleichzeitiger Verringerung der Verschleißpartikelbildung. Zur gezielten Erzeugung definierter Poren wird Laser-Pulverbettfusion (LPBF) mit einem Laser kürzerer Wellenlänge eingesetzt. Durch Steuerung der Prozessparameter lassen sich Porengröße, -lage und -anzahl beeinflussen; eine Basis für lokal maßgeschneiderte tribologische Eigenschaften.

11:50 Uhr

Einfluss von Prozessdefekten auf das Verhalten der ruhenden elektrischen Verbindung PBF-LB/M-gefertigter Kupferbauteile aus Cu-ETP

M. Schäfle | TU Darmstadt, Darmstadt

Additive Fertigungsverfahren wie das pulverbettbasierte Laserstrahlschmelzen (PBF-LB/M) finden zunehmend Anwendung auch bei schwer verarbeitbaren Werkstoffen wie Kupfer. Aufgrund seiner hohen elektrischen Leitfähigkeit ist das elektrische Verhalten additiv

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

gefertigter Bauteile besonders relevant. Prozessbedingte Defekte wie Poren durch unvollständiges Aufschmelzen lassen sich dabei nicht immer vermeiden; mitunter werden sie zugunsten höherer Produktivität bewusst in Kauf genommen. In dieser Studie wird das Kontaktverhalten ruhender elektrischer Verbindungen von Kupferproben mit ca. 20 % Porenanteil untersucht. Auch silber- und zinnbeschichtete Proben sowie defektfreie und konventionell gefertigte Referenzen werden einbezogen. Die Ergebnisse zeigen: Erwärmung und Gütefaktor unterscheiden sich nur geringfügig, sowohl initial als auch nach zyklischer Alterung. Für das Kontaktverhalten ergeben sich somit keine wesentlichen Einschränkungen beim Einsatz porenbehafteter, PBF-LB/M-gefertigter Kupferbauteile.

12:10 Uhr

Eine Studie zum Metallpulverspritzguss von Kupfer: Möglichkeit zur Herstellung komplexer Bauteile

M. Luoto | Fraunhofer ifam, Bremen

Der Metallpulverspritzguss (MIM) ist ein pulverbasiertes Verfahren zur Herstellung komplexer Metallbauteile in großen Stückzahlen. Dabei wird

Metallpulver in eine Kunststoffmatrix eingebettet, der sogenannte Feedstock, der auf herkömmlichen Spritzgießmaschinen verarbeitet werden kann. Nach der Formgebung müssen die Grünteile entbindert und anschließend gesintert werden. Das MIM von Kupfer ist bereits erprobt, es existieren geeignete Pulver. In dieser Studie wurde ein wachsbasierter Binder verwendet und Feedstocks mit variierender Pulverbelastung hergestellt. Scheiben und Stäbe wurden spritzgegossen und anschließend gesintert. Der Einfluss von Temperatur und Atmosphäre auf die Sinterdichte wurde untersucht. Die Dichte ermittelten die Forschenden archimedisch, die Leitfähigkeit über die Vier-Punkt-Methode. Die Ergebnisse zeigten Dichten von 8,65–8,80 g/cm³ sowie elektrische Leitfähigkeiten von 51,5–52,5 MS/m bei Stäben mit 2,3 × 3,7 mm Querschnitt (Länge 20 mm).

12:30-13:30 Uhr

Mittagspause + Ausstellung

13:30 Uhr

SESSION FÜGEN

Sessionleitung Dr. Ing. Dominik Britz
Material Engineering Center Saarland

13:30 Uhr

Einfluss des Umformgrades auf die elektrischen und mechanischen Eigenschaften geclinchter Fügeverbindungen aus Kupfer

J. Kalich, H.-C. Schmale, T. Schneider,
S. Schettler, M. Huter | TU Dresden

Im Kontext nachhaltiger Energieversorgung gewinnt der Einsatz stromführender Clinchverbindungen an Bedeutung; etwa bei Batteriekontakten oder Sicherungen. Die Verbindung basiert auf Form- und Kraftschluss, wobei letzterer zentral für eine langzeitstabile Stromführung ist. Während thermisches und elektrisches Kontaktverhalten gut untersucht sind, fehlt es an Erkenntnissen zur mechanischen Lebensdauer. Ein IGF-Konsortialprojekt untersucht daher anhand der Kupferlegierung C10300 die Verformungszustände im Clinchpunkt und deren Einfluss auf Ermüdungsfestigkeit und elektrischen Widerstand. Durch gezieltes Walzen wurden

Referenzproben erstellt, an denen Härtemessungen, Zug-/Ermüdungstests (bis 10⁹ Lastwechsel), Mikrostruktur- und Widerstandsanalysen erfolgten. Auch Warmauslagerungen bei 150 °C wurden einbezogen. Zusätzlich verdeutlichen Torsions- und Widerstandsmessungen den Einfluss thermischer Belastungen. In speziellen Aufbauten wird der Einfluss elektrischen Stroms auf die Ermüdung untersucht – mit und ohne Stromfluss bei Raumtemperatur und Hitze. Ziel ist die Ableitung von Optimierungspotenzialen für eine zuverlässige Verbindungstechnologie.

13:50 Uhr

Qualitätsprognose beim Metall-Ultraschallschweißen – Herausforderungen bei der Entwicklung KI-basierter Methoden

Eric Helfers, Oliver Stockemer,
Alexander Schiebahn, Uwe Reisgen,
Burkhard Corves | isf RWTH Aachen

Das Metall-Ultraschallschweißen (M-USS) ist ein Pressschweißverfahren zur Verbindung elektrischer Komponenten, etwa in Batteriesystemen, Leistungselektronik oder Bordnetzen. Verwendet werden meist hochleitfähige Kupfer- oder Aluminiumwerkstoffe, die

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

bei geringen Übergangswiderständen hohe Qualitätsanforderungen erfüllen müssen. Die Vielzahl an Einflussgrößen, fehlende Prozessmodelle und kurze Schweißdauer erschweren KI-gestützte Qualitätsprognosen. Fehlerhafte Schweißungen bleiben oft unentdeckt, da klassische Überwachung meist auf skalaren Größen basiert. ISF und IGMR entwickeln gemeinsam Lösungen, um Qualität und Vorhersagbarkeit beim M-USS zu verbessern. Bestehende KI-Systeme zeigen jedoch starke Abhängigkeiten von Randbedingungen. Ziel ist daher die Kombination deterministischer Modelle mit maschinellem Lernen. Ein Versuchsstand mit Sensorik erfasst Prozessdaten an überlappten Kupferblechen. Die Interaktion von Werkstoffhärte und Schweißparametern dient zur Modellbewertung und Untersuchung der Übertragbarkeit.

14:10 Uhr

Kondensatorentladungsschweißen von Kupfer- und Kupfer-Mischbauteilen für Anwendungen in der Energiewende

J. Zschetzsch^{1*}, M. Baumgarten¹, J. Koal¹, H. Christian Schmale¹; T. Roschke², J. Winkler² | ¹TU Dresden, Institut für Fertigungstechnik,

Fügetechnik und Montage, Dresden;
²Kapkon GmbH, Bad Salzungen

Das Kondensatorentladungsschweißen (KE-Schweißen) ist eine Variante des Widerstandspressschweißens, meist beim Buckelschweißen eingesetzt. Die Verbindung entsteht durch konduktive Erwärmung und gleichzeitigen Kräfteintrag über bewegliche, planparallele Elektroden. Der Schweißstrom wird durch das Entladen einer Kondensatorbatterie über einen Impulstransformator erzeugt, mit Stromstärken bis zu 1.000 kA innerhalb weniger Millisekunden. Die Verbindung erfolgt nicht schmelzflüssig, sondern über plastische Verformung der Buckel. Für Kupferbauteile bietet KE-Schweißen wegen kurzer Schweißzeit und hoher Stromstärke grundsätzlich gute Voraussetzungen. Dennoch ist es unüblich, da Kupfer im kritischen Temperaturbereich abrupt entfestigt, was zu Kontaktverlust führt. Schweißparameter lassen sich kaum stabil anwenden. Der Beitrag zeigt, wie sich durch gezielte Anpassung von Kontaktwiderstand, Buckelgeometrie und Parametern stabile Verbindungen herstellen lassen - auch für stoffschlüssige Verbindungen mit anderen Metallen, z. B. in der Energietechnik.

14:30 Uhr

Einfluss einer XHV-adäquaten Atmosphäre auf das Schweißverhalten hochreiner Kupferwerkstoffe im WIG-Prozess

L. Kreie, H. J. Maier, T. Hassel | Leibniz Universität Hannover, Institut für Werkstoffkunde

Kupferwerkstoffe mit hoher elektrischer Leitfähigkeit wie Cu-ETP (CW004A) enthalten Sauerstoff zur Abbindung von Verunreinigungen. Beim Schweißen kann ein niedrigschmelzendes Cu-Cu₂O-Eutektikum entlang der Korngrenzen entstehen, was Heißrisse begünstigt. Zudem reagiert Wasserstoff mit Cu₂O und fördert die Wasserstoffkrankheit. Inerte Schutzgase reichen oft nicht aus, um diese Effekte zu verhindern. Im SFB 1368 „Sauerstofffreie Produktion“ wird der WIG-Prozess in einer sauerstoffarmen Argon-Silan-Atmosphäre untersucht, die Sauerstoffpartialdrücke bis zu 10⁻²³ vol.% ermöglicht. In der Studie wird der Einfluss dreier Prozessatmosphären auf das Schweißverhalten von Cu-ETP, Cu-DHP (CW024A) und Cu-OFE (CW009A) verglichen. Neben Umgebungsluft kamen reines Argon und Argon-Silan zum Einsatz. Mittels Schmelzgasanalyse wurden Sauerstoff- und Wasserstoffgehalte erfasst. Die

Ergebnisse zeigen signifikante Unterschiede je nach Schutzgas und belegen das Potenzial XHV-naher Bedingungen – auch für additive Fertigung mit hohen Qualitätsanforderungen.

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

14:50 Uhr

SESSION VERFAHRENSTECHNIK

Sessionleitung Dr. U. Hofmann
Wieland Werke AG

14:50 Uhr

Erdgassubstitution durch Wasserstoff in der Kupferhalbzeugherstellung

O. Schwedler | KME Germany Hettstedt

Maßnahmen zur CO₂-Reduktion gewinnen in der Industrie an Bedeutung. Eine Option ist der Ersatz von Erdgas durch Wasserstoff in thermischen Prozessen wie dem Schmelzen von Kupfer. Da Wasserstoff CO₂-frei verbrennt, kann seine Beimischung die Emissionsbilanz verbessern. Für die Herstellung von Halbzeugen ist Kupfer im Schmelzzustand erforderlich. Flüssigkupfer löst Wasserstoff gut, doch beim Erstarren sinkt die Löslichkeit stark – verbleibender Wasserstoff kann zu Poren im Gießprodukt führen. Diese Problematik ist ein zentrales Thema in der Halbzeugproduktion. Ein Forschungsprojekt untersucht daher den Einsatz von Wasserstoff in bestehenden, erdgasbasierten Anlagen. Analysiert werden Herkunft, Einfluss auf Materialeigenschaften und Weiterverarbeitung.

Theorie, Laborversuche und Anlagen-Tests ergänzen sich. Ziel ist die fundierte Bewertung, ob Wasserstoff ohne Qualitätsverlust einsetzbar ist unter Berücksichtigung technischer, ökologischer und wirtschaftlicher Aspekte, als Schritt in Richtung klimaneutraler Metallverarbeitung.

15:10 Uhr

Nichtmetallische Einschlüsse in Kupfer und deren Entfernung durch Filtration

C. Voigt, C. G. Aneziris, C. G. Gumban |
Technische Universität Bergakademie
Freiberg, Institute of Ceramics,
Refractories and Composite Materials

Nichtmetallische Einschlüsse beeinträchtigen wichtige Werkstoffeigenschaften wie Oberflächenqualität, Bruchdehnung und Zugfestigkeit. Eine Reduktion beziehungsweise Entfernung dieser Einschlüsse beim Abguss ist daher für die Qualitätssicherung in Gießereien essenziell. In der Kupfergussindustrie wurden die Einschluss-Entfernung durch Filtration sie bislang jedoch nur begrenzt untersucht. Im Rahmen der Nachwuchsforschungsgruppe PurCo wurden industrielle Kupfer- und Kupferlegierungsproben hinsichtlich Ausprägung und chemischer

Zusammensetzung der Einschlüsse analysiert. Weiterhin wurden Filtrationsversuche mit Sandformen unter Verwendung von Reinkupfer und CuAl10Fe5Ni5 durchgeführt. Die eingesetzten Filter wurden anschließend durch REM- und EDX-Analysen untersucht, um Aussagen zum Filtrationsverhalten treffen zu können. Abschließend wird eine Umfrage zur Bedeutung nichtmetallischer Einschlüsse in Kupfergießereien vorgestellt.

15:30 Uhr

Herstellung von hochwärmeleitfähigen Kupferfolien unter der Einlagerung von Diamanten - HeroFEiD

H. Willing | fem Forschungsinstitut,
Schwäbisch-Gmünd

Elektronische Bauteile erzeugen im Betrieb Wärme, die zuverlässig abgeführt werden muss, um Schäden und eine verkürzte Lebensdauer zu vermeiden. Die Komplexität des Kühlsystems hängt von der erzeugten Wärmemenge ab. Zum Einsatz kommen verschiedene Kühlkonzepte; von passiver Luftkühlung bis zu mehrstufigen, aktiven Systemen. In kompakten Geräten wie Mobiltelefonen oder LEDs werden Materialien mit hoher Wärmeleitfähigkeit wie Kupfer genutzt. Diamant leitet Wärme noch besser,

ist aber schwer formbar. Eine vielversprechende Alternative sind Diamant-Kupfer-Verbundmaterialien, bei denen Diamantpartikel in eine Kupfermatrix eingebettet werden. Entscheidend sind die Menge und Einbindung der Partikel. Im Rahmen eines ZIM-Projekts werden am fem Kupfer-Diamant-Folien galvanisch abgeschieden und im Labormaßstab untersucht – unter Variation von Elektrolyten, Diamantgrößen und -qualitäten. Ziel ist es, den Zusammenhang zwischen Abscheideparametern, Einbauraten und Wärmeleitfähigkeit herzustellen.

15:50-16:20 Uhr

Kaffeepause

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

16:20 Uhr

SESSION FERTIGUNGSTECHNIK

Sessionleitung Dr. P. Böhlke
KME Germany

16:20 Uhr

Bleifreie Bronzelegierungen sind endlich zerspanbar und kreislauffähig - echte Alternativen für Rg7 und Gbz12

N. Tammen | Rheinmetall,
KS Gleitlager GmbH, St. Leon-Rot

Seit dem 18.03.2018 gilt Blei als gesundheitsschädlich, ab 0,3 % in massiver Form als reproduktionstoxisch (Kategorie 1A). Ab dem 01.09.2025 werden bleihaltige Legierungen zusätzlich als umweltgefährdend eingestuft – mit erheblichen Folgen für Unternehmen. Schutzmaßnahmen wie TRGS 505, AwSV oder Seveso-Richtlinie werden erforderlich. Die LAGA-Hinweise 2024 geben Anhaltspunkte zur künftigen Handhabung bleihaltiger Späne und Schrotte, mit spürbarem Einfluss auf die Kreislaufwirtschaft. Bleifreie Legierungen wie CC 471 K und CC 472 K (DIN EN 1982:2024) können den Aufwand verringern. Sie sind mit neuen bleifreien Trinkwasserlegierungen wie Rg+ (CC 470 K) mischbar; ein geschlossener Kreislauf

schwefelhaltiger Legierungen wird möglich. Wird bleihaltiges und schwefelhaltiges Material vermischt, kann der Schwefel pyrometallurgisch entfernt und ins Bleirecycling überführt werden. Versuche zeigen: Molybdändisulfid (MoS_2) verbessert Zerspanung und Tribologie von Cu-Sn-, Cu-Sn-Zn-, Cu-Zn- und Cu-Zn-Ni-Legierungen. Es hat Potenzial, den bleihaltigen Stoffkreislauf vollständig zu ersetzen – ohne Risiken für Mensch und Umwelt.

16:40 Uhr

Wissensbasiert das optimale Halbzeug finden - Entwicklung eines neuen Bewertungsstandards für die Zerspanbarkeit von bleifreien Kupferbasislegierungen

K. Brans | Manufacturing Technology
Institute MTI RWTH Aachen

Das bevorstehende Verbot bleihaltiger Kupferbasislegierungen stellt die Industrie vor große Herausforderungen. Besonders in der Zerspanung führen bleifreie Alternativen zu Problemen wie ungünstiger Spanform, schlechtem Spanabtransport, höherer Zerspankraft und starkem Werkzeugverschleiß. Zugleich wächst die Zahl verfügbarer bleifreier Legierungen, was die Auswahl

erschwert. Neben Festigkeit, Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit ist die Zerspanbarkeit entscheidend, doch es fehlt an standardisierten Bewertungsmethoden. Die Zerspanbarkeit hängt stark von Randbedingungen ab, was Vergleichbarkeit erschwert. Bisherige Methoden sind komplex, schwer übertragbar und oft praxisfern. Ein neues Konzept soll dies ändern: Es basiert auf bisherigen Verfahren, schafft Anwendungsnähe und Vergleichbarkeit, unterstützt bei Werkstoffauswahl und Prozessanpassung und speist Ergebnisse in eine Datenbank ein mit dem Ziel, einen branchenweiten Standard zur Bewertung der Zerspanbarkeit bleifreier Kupferbasiswerkstoffe zu etablieren.

17:00 -17:45 Uhr

POSTERSESSION

Sessionleitung Felix Bauer
fem Forschungsinstitut

17:45 Uhr

Ende

18:00 Uhr

**Start Abendprogramm
Aufbruch zum Kloster**

WERKSTOFFTAGUNG

Tag 2

**Donnerstag,
13. November 2025**

8:30 Uhr

**20 Jahre Kupferforschung
am fem Forschungsinstitut**

8:50 Uhr

Vortrag Preisträger:in

9:00 Uhr

SESSION SIMULATION

Sessionleitung Dr. F. Seuß
Diehl Brass Solutions Stiftung & Co. KG

9:00 Uhr

Rechnerischer Festigkeitsnachweis für Bauteile aus Kupferwerkstoffen

M. Hupka, M. Wächter, A. Esderts |
TU Clausthal, Institut für Maschinelle
Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit,
Clausthal-Zellerfeld

Aufgrund aktueller Entwicklungen im Mobilitätssektor ist die Bedeutung von Kupferlegierungen im klassischen Maschinenbau wichtiger denn je. Der Festigkeitsnachweis von Bauteilen aus Kupferwerkstoffen erfolgt bisher auf Grundlage persönlicher Erfahrungen oder experimenteller Ansätze, was ein sehr individuelles und kostspieliges Unterfangen ist. Eine allgemein akzeptierte Richtlinie für den rechnerischen Festigkeitsnachweis von Kupferlegierungskomponenten – wie sie für Stähle, Gusswerkstoffe und Aluminiumlegierungen existiert – fehlt bislang. Um die Schwingfestigkeit besser bewerten zu können, werden Untersuchungen unter konstanter und variabler Beanspruchungsamplitude durchgeführt. So lässt sich der Einfluss komponentenspezifischer Faktoren auf die Ermüdungslebensdauer analysieren. Ergänzend werden Literaturergebnisse ausgewertet, um einen ersten Vorschlag für die Ausgestaltung eines rechnerischen Festigkeitsnachweises für Bauteile aus Kupferwerkstoffen abzuleiten.

9:20 Uhr

Der virtuelle Zwilling der umformenden Prozesskette von Kupferlegierungen

H.-W. Raedt | prosimalys GmbH,
Bad Wörishofen

Die umformtechnische Prozesskette zur Herstellung von Kupferlegierungen umfasst Verfahren wie Strangpressen, Ziehen, Walzen, Biegen, Stanzen, Prägen oder Verpressen. Die Reihenfolge von Umform- und Wärmebehandlungsprozessen bestimmt Eigenschaften wie Korngröße, Textur, Eigenspannung und Rückfederung. Nur sehr einfache Umformprozesse lassen sich analytisch beschreiben, meist nur mit starken Vereinfachungen. Deshalb hat sich die finite Elemente Methode durchgesetzt, um auch komplexe Prozessketten realitätsnah abzubilden. Für die industrielle Anwendung sind effiziente Simulationen entscheidend: Mehrstufige Prozesse sollen ohne manuelle Eingriffe ablaufen, Remeshing und Kontaktfindung automatisch erfolgen. Gezeigt werden Beispiele, wie sich solche Prozesse in QForm UK abbilden lassen, inklusive der Berechnung relevanter Ergebnisgrößen. So wird numerische Simulation zum praxisnahen Werkzeug – auch für Entwickler und Ingenieure – und leistet einen Beitrag zur Digitalisierung

und Optimierung von Produkt- und Prozessentwicklung.

9:40 Uhr

Fortschrittliche Methoden zur Charakterisierung des Langzeit- verhaltens von Werkstoffen für die nachhaltige Auslegung von Kupfer-Bauteilen mittels Finite-Element-Simulation

L. Morand¹, M. Weber¹, A. Butz¹, D. Helm¹,
K. Pfeffer², F. Bauer², B. Schlay²,
M. Eisenbart², U. E. Klotz² | ¹Fraunhofer-
Institut für Werkstoffmechanik IWM,
Freiburg, ²fem Forschungsinstitut,
Schwäbisch-Gmünd

Nachhaltigkeit und Resilienz spielen bei der Bewertung von Kupferbauteilen eine zunehmend wichtige Rolle. Für die Nachhaltigkeit unter realen Belastungen ist das Langzeitverhalten der Werkstoffe entscheidend. In Finite-Element-Simulationen kommen daher komplexe zeit- und temperaturabhängige Materialmodelle zum Einsatz. Deren Parameter müssen präzise bestimmt werden. Gezeigt wird, wie moderne Messkonzepte und Digitalisierungsmethoden die experimentelle Datenerfassung, -verarbeitung und ML-basierte Modellparameterbestimmung effizient

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

unterstützen. Ein gemeinsam vom fem und Fraunhofer IWM entwickelter Versuchsaufbau dient der systematischen Charakterisierung des Relaxationsverhaltens von Cu-Legierungen. Die Daten werden semantifiziert, digitalisiert und im Wissensgraphen gespeichert. Die Parameterbestimmung erfolgt automatisiert, validiert durch einen Digitalen Zwilling. Das ermöglicht realistische Langzeitsimulationen und eine verbesserte Vorhersage des Bauteilverhaltens: effizient, nachvollziehbar und praxisnah.

10:00 Uhr

Ermüdungsfestigkeit und Auslegungskonzepte für Laserschweißverbindungen aus Kupferwerkstoffen

M. Krizmanic, S. Issler | BWF Innovationszentrum, Steinbeis gGmbH, Stuttgart

Kupferwerkstoffe gewinnen durch ihre exzellenten elektrischen und thermischen Eigenschaften an Bedeutung – besonders in der Elektromobilität und Leistungselektronik. Steigende Leistungsdichte und Funktionsintegration führen zu höheren mechanischen und thermischen Lasten. Die Fügechnik stellt dabei eine Herausforderung dar: Kupfer leitet Wärme sehr gut und besitzt spezielle

mechanische Eigenschaften. Das Laserschweißen bietet eine wirtschaftliche Lösung durch hohe Energieeffizienz und Präzision. Kritisch bleiben jedoch die mechanischen Eigenschaften unter zyklischer Belastung. Für Kupferschweißverbindungen fehlen anerkannte Auslegungskonzepte und öffentlich zugängliche Schwingfestigkeitskennwerte – anders als bei Stahl oder Aluminium. Ein öffentliches Forschungsprojekt zielt darauf ab, ein Konzept zur Vorauslegung und Absicherung von Laserschweißverbindungen aus Kupfer zu entwickeln, um Zuverlässigkeit und Lebensdauer zu steigern. Vorgestellt werden Projektübersicht, Probekörper, Demonstratoren sowie erste Ergebnisse.

10:20 Uhr

SESSION WERKSTOFFDESIGN

Sessionleitung Prof. A. Zilly
Duale Hochschule Baden-Württemberg

10:20 Uhr

Kupfer-Beryllium-Legierungen für Hochleistungsanwendungen

B. Reetz, A. Frehn, C. Hopf | Materion Brush GmbH, Stuttgart

Kupfer-Beryllium-Legierungen (CuBe) haben eine lange Geschichte. Der kommerzielle Durchbruch gelang in den 1920er Jahren mit der Entdeckung, dass ca. 2 % Be die Festigkeit von Kupfer bis zum Sechsfachen steigern. Ein Meilenstein war 1931 die Entwicklung eines Verfahrens zur Berylliumextraktion. Spätestens ab den 1960er Jahren waren CuBe-Legierungen industriell etabliert. Sie sind unverzichtbar, wenn höchste Anforderungen an Festigkeit, Temperaturverhalten und elektrische Leitfähigkeit bestehen. Beryllium ermöglicht eine Ausscheidungshärtung mit herausragenden Eigenschaften: Festigkeiten >1000 MPa, Dauerfestigkeiten >300 MPa, hoher E-Modul (~130 GPa), Wärmeleitfähigkeit bis >100 W/(m·K), elektrische Leitfähigkeit

bis 30 % IACS, hohe Relaxations- und Kriechbeständigkeit, sehr gute Korrosions- und Reibverschleißbeständigkeit sowie Funkenbeständigkeit. Der Beitrag beleuchtet Gefügemerkmale, Eigenschaften und Anwendungen in verschiedenen Industrien – und geht abschließend auf Arbeitssicherheit und Gesundheit ein.

10:40 Uhr

Charakterisierung des bleifreien Messings CuZn10Si5Al1. Ein Überblick zu einer hexagonalen Kupferbasislegierung

Alexander Treff¹, Michael Pohl², Frank Krafft², Jorge Stella³ | ¹Otto Fuchs Dülken GmbH & Co. KG; ²Institut für Werkstoffe, Ruhr-Universität Bochum, ³Materials Science Department, Universidad Simón Bolívar, Valle de Sartenejas, Caracas, Venezuela

Bleihaltige Kupferlegierungen sind weit verbreitet, bieten Vorteile bei Verschleißverhalten, Zerspanbarkeit und Umformung. Aufgrund gesundheitlicher und umweltbezogener Risiken wurden gesetzliche Grenzwerte für Blei stark gesenkt. Die Kupferindustrie entwickelt daher neue Legierungen, etwa bleiarmer Messing (Pb < 0,1 %) mit vergleichbaren

Tagungsort: fem Forschungsinstitut

Eigenschaften. Silizium dient hier als Bleiersatz. Die Arbeit stellt ein neues bleifreies Messing (CuZn10Si5Al1) vor. Durch den hohen Si-Gehalt entsteht eine hexagonal dichtest gepackte Struktur mit ausgeprägter Anisotropie. Verformung erfolgt primär durch Zwillingsbildung und hängt stark von der Kristallorientierung ab. Zug- und Ermüdungsversuche zeigen ein anelastisches Verhalten, verursacht durch Zwillings-/Entzwillingseffekte. Die Legierung weist zudem hohe Resistenz gegen Kavitationserosion auf. Mikroskopisch zeigen sich deutliche Unterschiede je nach Orientierung der Korngrenzen – basal orientierte Flächen reagieren empfindlicher als prismatisch ausgerichtete.

11:00-11:30 Uhr

Kaffeepause

11:30 Uhr

SESSION KREISLAUFWIRTSCHAFT UND RESSOURCENSCHONUNG

Sessionleitung C. Blecking
Kupferverband

11:30 Uhr

Verschleißfassung und Standzeiterhöhung am Tiegelofen für Mischkupfer in der Probenahme

M. Reichardt | Saveway GmbH & Co. KG, Ilmenau

Aurubis Hamburg steht für industrielles Multimetall-Recycling – mit einem Schwerpunkt auf der Probenahme als interner Dienstleister zur Erstellung repräsentativer Proben zur Wertermittlung von Primär- und Sekundärrohstoffen. Produktionsbegleitend werden Mengen und Gehalte aus Schrottchargen in einer Musterschmelze analysiert. Der Induktionstiegelofen wird vollständig mit einem SAVEWAY®-Sicherheitssystem überwacht. Dieses ermöglicht die permanente Feuerfestüberwachung mittels speziell entwickelter Sensoren für individuelle Anwendungen. Besondere Herausforderungen ergeben sich durch volatile, unbekannte Legierungen, die in Risse und Kapillaren der feuerfesten Zustellung eindringen. Visuelle Prüfungen reichen hier nicht aus. SAVEWAY® liefert lokale Verschleißdaten, signalisiert zuverlässig Gefahr und erlaubt direkte Maßnahmen. Seit über 20 Jahren trägt das System zur Ofensicherheit, Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit bei. Ergänzend werden neue SAVEWAY®-Lösungen für

Schmelzbetriebe im Bereich Kupferlegierungen vorgestellt.

11:50 Uhr

Branchenübergreifende Wiederverwendung von kupferhaltigen Produkten und Bauteilen im Bauwesen und Maschinenbau durch eine zirkuläre Strategie

D. Schneider¹, P. Wallat² | ¹Karlsruher Institut für Technologie, Institut Entwerfen und Bautechnik, Fakultät Architektur, Fachbereich Nachhaltiges Bauen, ²DfACE Strategy Systems, Clausthal-Zellerfeld

Eine zukunftsfähige Kreislaufwirtschaft erfordert ein Umdenken in Gestaltung, Nutzung und Wiederverwertung von Materialien – insbesondere über Branchengrenzen hinweg. Kupfer ist technisch gut recycelbar, doch Rückgewinnung und Wiederverwendung werden meist sektoral gedacht. Die Vernetzung von Bauwesen und Maschinenbau bietet Potenziale für hochwertige Wiederverwendung kupferhaltiger Bauteile. Dafür braucht es integrative Strategien, die technische, gestalterische und dokumentarische Aspekte über den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen. Untersucht

wird die Wiederverwendung kupferhaltiger Bauteile aus dem Bauwesen im Maschinenbau. Herausforderungen sind unterschiedliche Lebensdauern, fehlende Kennzeichnung und mangelnde Dokumentation. Im Fokus steht die Frage, wie Bauteile gestaltet, dokumentiert und rückgebaut werden müssen, um Kupfer sortenrein rückzugewinnen. Analysiert werden Anforderungen an Gestaltung, Trennung, Fügetechniken, Rückbau und die stofflichen Schnittstellen zum Maschinenbau.

12:10 Uhr

Posterprämierung

12:25 Uhr

Tagungsende und Bekanntgabe des nächsten Austragungsorts in 2027 | Hinweise Exkursionen

12:30-13:30 Uhr

Mittagessen

13:30-16:30 Uhr

Exkursionen

Eckdaten und Exkursionen

Kupfer-Symposium 2025 in Schwäbisch Gmünd

Zeitraum:

12.-13. November 2025

Tagungsort:

fem Forschungsinstitut
Katharinenstraße 13-17
73525 Schwäbisch Gmünd

Anmeldeschluss:

31. Oktober 2025. Bitte beachten Sie,
dass die Teilnehmerzahl begrenzt ist.

Anmeldung:

Die Anmeldung erfolgt ausschließlich digital über
bereitgestellte Links oder die Tagungswebseite
kupfer.de/termine/kupfer-symposium-2025

Teilnahmegebühren:

- 980,00 Euro Nicht-Mitglieder des Kupferverband e.V.
(Frühbucherrabatt bis 29.08.2025: 880,00 €)
- 840,00 Euro Mitglieder des Kupferverband e.V.
(Frühbucherrabatt bis 29.08.2025: 740,00 €)
- 720,00 Euro Hochschulen / Universitäten, Wissenschaftliche Institute
(Frühbucherrabatt bis 29.08.2025: 620,00 €)
- 395,00 Euro Referenten | 145,00 Euro Studenten

Leistungen: Teilnahme am Programm inkl. Tagungsunterlagen, Tagungsbewirtung, Exkursionen, Abendveranstaltung. Die Teilnahmegebühren sind umsatzsteuerfrei.

Bei Rücktritt von der Anmeldung bis zum 24.10.2025 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.

Hotelkontingente zu Sonderkonditionen stehen zur Verfügung – Details erhalten Sie mit Ihrer Anmeldebestätigung.

Zusätzliche Programmpunkte am 13. November 2025:

- Institutsführung fem Forschungsinstitut (Dauer ca. 1 ½ Stunden)**
Führung durch das fem Forschungsinstitut in Schwäbisch Gmünd, seit 1922 eine der führenden Einrichtungen für metallische Werkstoffe und Beschichtungen. Im Fokus stehen Stationen mit Relevanz für die Kupferbranche: mechanische Prüfungen mit dem Relaxomat 9000, Gießlabor, Umformungsverfahren, Beschichtungstechniken sowie Messungen von Eigenspannungen und thermophysikalischen Eigenschaften.

- Archäologische Führung im Rotenbachtal (Dauer ca. 1 ½ Stunden)**
Seit Beginn der Limesforschung gilt der Verlauf der römischen Grenze in Schwäbisch Gmünd als besonders bedeutend. Im Rotenbachtal, einem Seitental der Rems, liegt die Nahtstelle zwischen den römischen Provinzen Obergermanien und Raetien. Der rund 1½-stündige Spaziergang ins Gmünder Rotenbachtal führt zum UNESCO-Welterbe Limes und vermittelt Wissenswertes über das römische Erbe in der Region.
- Führung bei Umicore Galvanotechnik GmbH (Dauer ca. 1 Stunde)**
Seit 1888 ist Schwäbisch Gmünd Stammsitz der heutigen Umicore Galvanotechnik GmbH, heute Teil des belgischen Umicore-Konzerns. Das Unternehmen zählt weltweit zu den führenden Herstellern von Elektrolyten und Elektroden zur Oberflächenveredelung. Bei der Führung erhalten die Teilnehmer*innen Einblicke in Entwicklung, Produktion und Anwendung galvanischer Prozesse – mit Fokus auf kundenspezifische Lösungen und Technologien rund um Kupfer.
- Führung in der alten Silberwarenfabrik Ott-Pausersche Fabrik (Dauer ca. 1 – 1 ½ Stunden)**
Die 1845 errichtete Ott-Pausersche Fabrik ist das älteste erhaltene Fabrikgebäude Schwäbisch Gmünds und ein Kulturdenkmal mit originaler Ausstattung. Die Führung durch das Museum zeigt historische Maschinen und Anlagen wie Schmelzofen, Krafthammer, Walzwerke mit Transmissionsantrieb, Fallhammer, Drahtziehbank sowie Schleif- und Poliermaschinen.

Sponsoring- und Ausstellungsoptionen:

Im Rahmen der Veranstaltung besteht die Möglichkeit, das eigene Unternehmen oder die Hochschule zu präsentieren. Die Plätze sind begrenzt – Vergabe nach Eingang. Eine detaillierte Beschreibung der Inhalte der Sponsoringpakete ist auf unserer Tagungswebseite veröffentlicht.

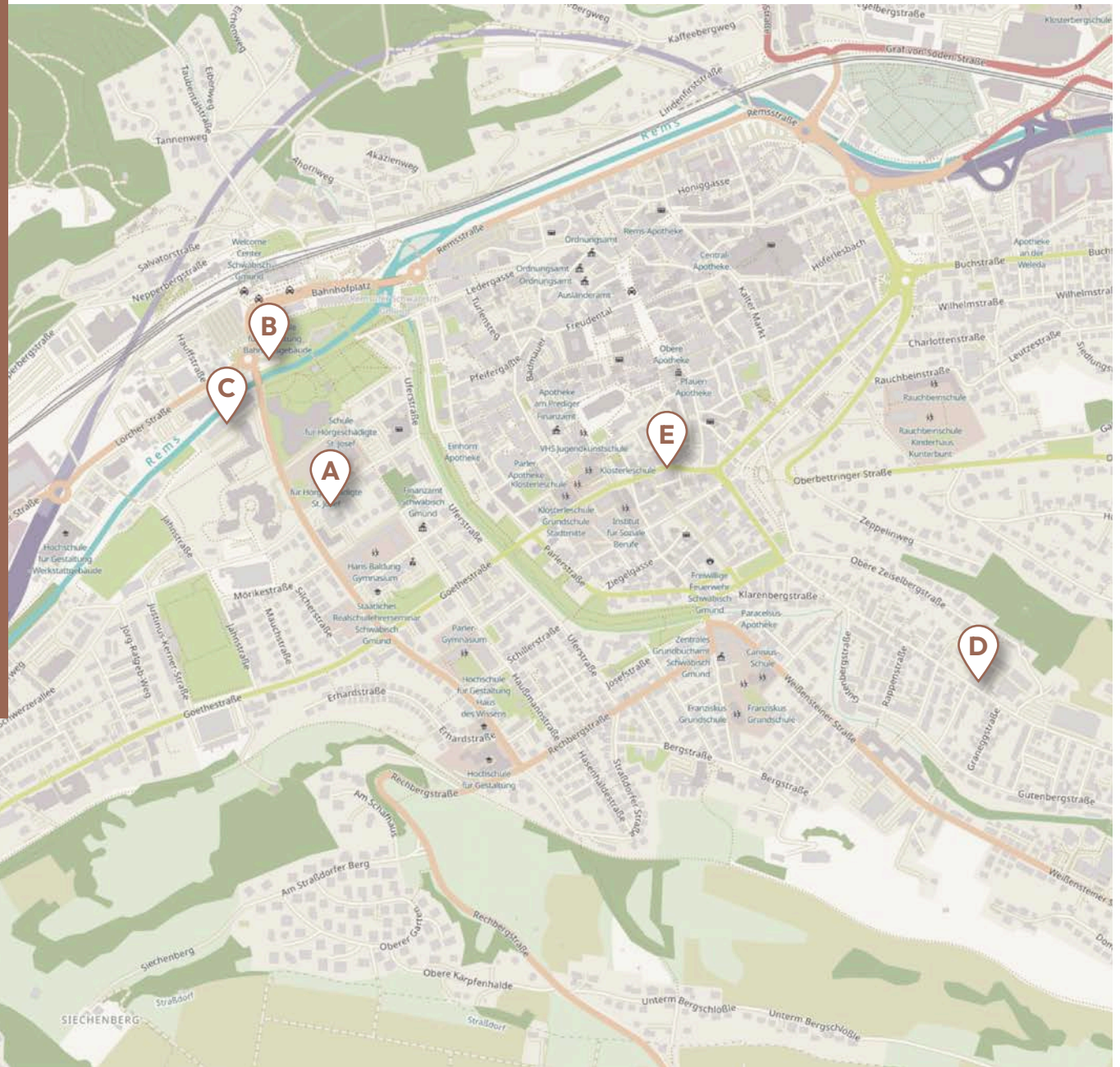
- Sponsorpaket „Kupfer“ | 4.800 Euro zzgl. MWSt. (1x verfügbar)
- Sponsorpaket „Bronze“ | 3.500 Euro zzgl. MWSt. (2x verfügbar)
- Sponsorpaket „Messing“ | 2.500 Euro zzgl. MWSt. (2x verfügbar)
- Aussteller | 1.350 Euro zzgl. MWSt. (mehrfach verfügbar)

Falls Sie Interesse an einer dieser Optionen haben, senden Sie uns die verbindliche Anmeldung dazu bitte an: technik@kupfer.de. Für Fragen steht Ihnen Dr. Bianca Schubert unter bianca.schubert@kupfer.de zur Verfügung.

Schwäbisch Gmünd

Schwäbisch Gmünd liegt rund 50 Kilometer östlich von Stuttgart am Rand der Schwäbischen Alb. Die frühere Reichsstadt ist mit knapp 60.000 Einwohnern die größte Stadt im Remstal und gehört zur Region Ostwürttemberg sowie zur Randzone der Metropolregion Stuttgart. Seit 1956 ist sie Große Kreisstadt und Sitz des Regionalverbands Ostwürttemberg. Unweit westlich der Stadt befindet sich das Kloster Lorch, ein ehemaliges Benediktinerkloster und Grablege der Staufer.

- A** fem Forschungsinstitut
Katharinenstraße 13-17, 73525 Schwäbisch Gmünd
- B** Hotel am Remspark
Remspark 1, 73525 Schwäbisch Gmünd
- C** Hotel Fortuna
Hauberweg 4, 73525 Schwäbisch Gmünd
- D** Umicore Galvanotechnik GmbH
Klarenbergstraße 53-79, 73525 Schwäbisch Gmünd
- E** Silberwarenmuseum Ott-Pausersche Fabrik
Milchgäble 10, 73525 Schwäbisch Gmünd
- F** Wanderparkplatz Rotenbachtal
K3268, 73525 Schwäbisch Gmünd



kupfer_

Kupferverband e.V.

Emanuel-Leutze-Straße 11
D-40547 Düsseldorf

Telefon +49 211 239469-0
Telefax +49 211 239469-10
info@kupfer.de
www.kupfer.de