HOCHSCHULE HEILBRONN

TECHNIK WIRTSCHAFT INFORMATIK

Campus Heilbronn – Sontheim

Vortrag zum Anwendertreffen 17. und 18. Mai 2017 in Bremen
„Analytische Glimmentladungsspektrometrie“

Untersuchung der Diffusionszone von Al/Cu-Verbundwerkstoffen

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Marc Wettlaufer
Prof. Dr.-Ing. Dirk Ringhand

Projektmitarbeiter: Sergej Lohrei
Seyran Ekici

Inhalt

- Werkstoffzentrum
- Forschungsprojekt
- Probenherstellungsprozesse
- Untersuchung der Diffusionszone
- Zusammenfassung

Werkstoffzentrum

WERKSTOFFZENTRUM
DER REGION HEILBRONN

Unser Labor

- Mechanische Werkstoffprüfung
- Metallographie
- Schicht- und Vollmaterialanalyse
- Schadensanalyse
- Schweißtechnik
- Forschungs- und Industrieprojekte

Unser Laborteam

- Prof. Dr.-Ing. Sabine Bührer
- Prof. Dr.-Ing. Marc Wettlaufer
- Uwe Feder, Dipl.-Ing.
- Darius Lessle, Labormeister
- Jian Feng, Dipl.-Ing.
- Barbara Nussbaum, B. Eng.
- Seyran Ekici, M. Sc.

Forschungsprojekt

Problematik

Wärmebehandlung: Reaktionen zwischen Aluminium und Kupfer → Einfluss auf den Aufbau der Diffusionszone und die Bindungseigenschaften des Verbundes

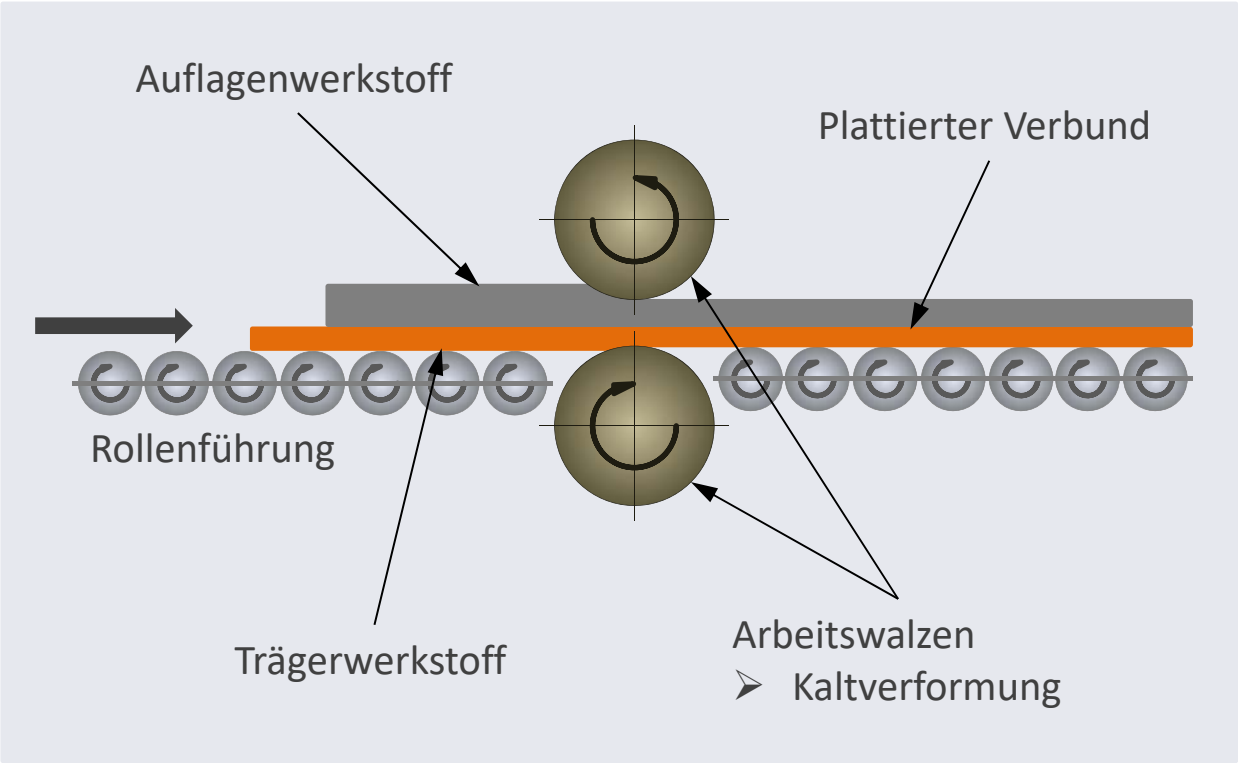
- Es entstehen spröde intermetallische Phasen, die die Tragfähigkeit des Verbundes erheblich schwächen.

Ziele

- Untersuchung der Eigenschaften der Grenzzone von Al/Cu-Verbunden
- Bestimmung und Lokalisierung der auftretenden intermetallischer Phasen in der Diffusionszone
- Optimierung des Herstellungsverfahrens

Probenherstellungsprozess

1. Prozessschritt: Kaltwalzplattieren



Aktivierung der zu plattierenden Oberflächen:

- Entfettung
- Schleifen/Bürsten

Material:

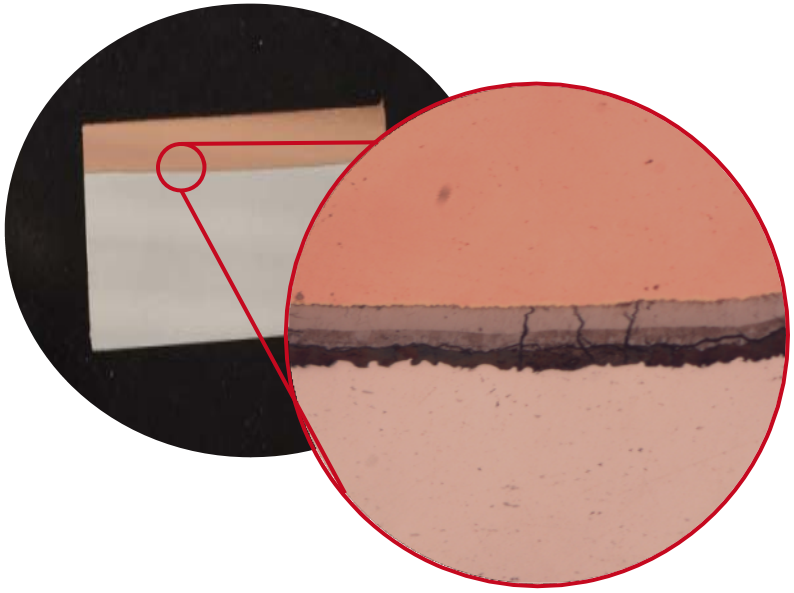
- Auflage: Aluminium
- Trägerwerkstoff: Kupfer

Kaltwalzplattieren:

- Stichabnahme 50 - 80 %
- Oxidschichtaufbruch
- Mechanische Verankerung

Probenherstellungsprozess

2. Prozessschritt: Diffusionsglühen



Diffusionsglühen:
- Labor-Umluftofen
- Schutzgasatmosphäre

Al/Cu-Kontaktzone:
- Erzeugung einer Diffusionszone entlang der Kontaktfläche Al/Cu
- Irreversibler Materialverbund
- Bildung von intermetallischen Phasen

Intermetallische Phasen:
- Hohe Härte
- Sprödes Werkstoffverhalten

Probenherstellungsprozess

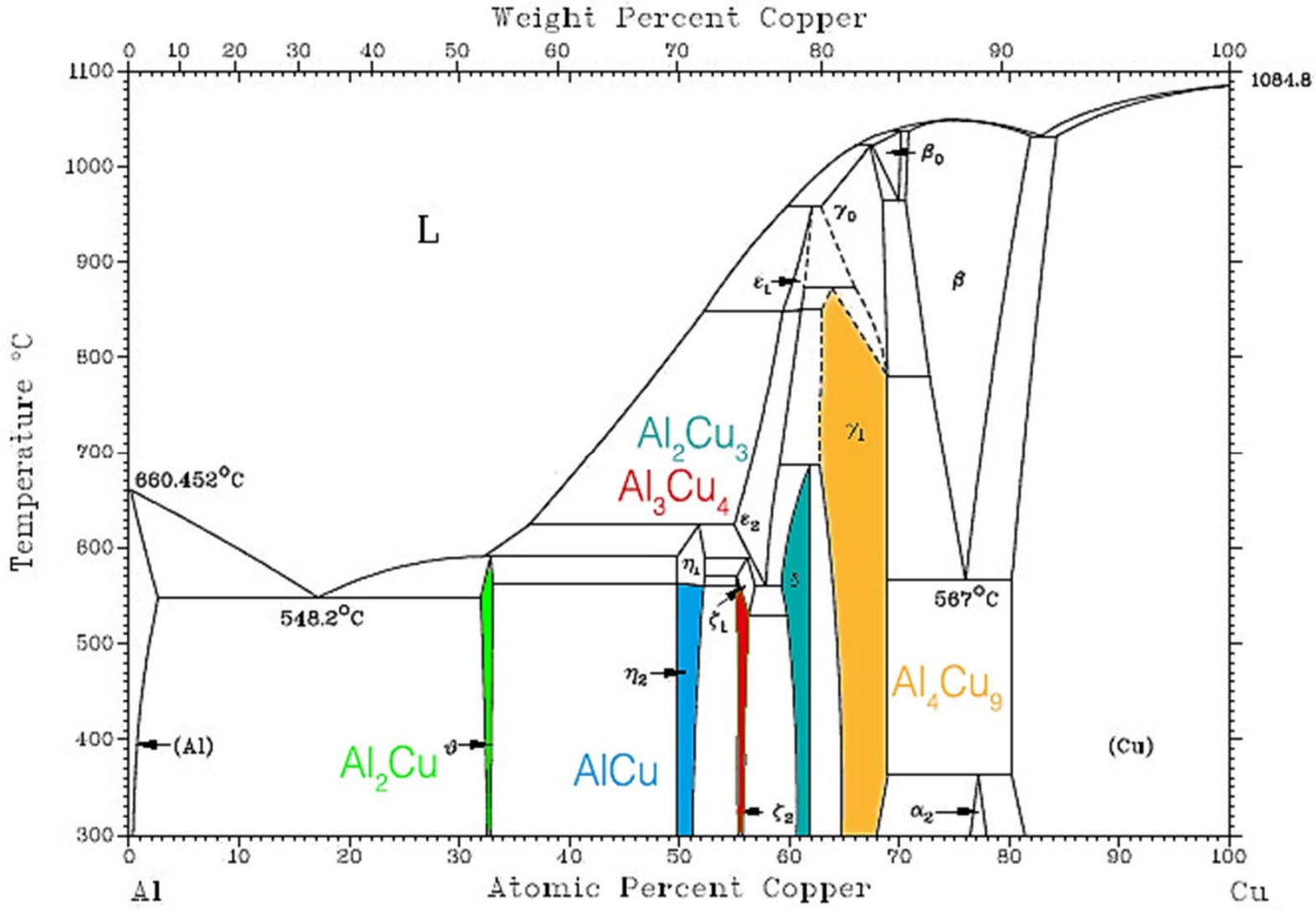
3. Prozessschritt: Massivumvorformung

Auswirkung des Umformprozesses auf die Diffusionszone:

- Rissbildung aufgrund spröder intermetallischer Phasen
  - ➢ Gefahr einer Delamination

Untersuchung der Diffusionszone

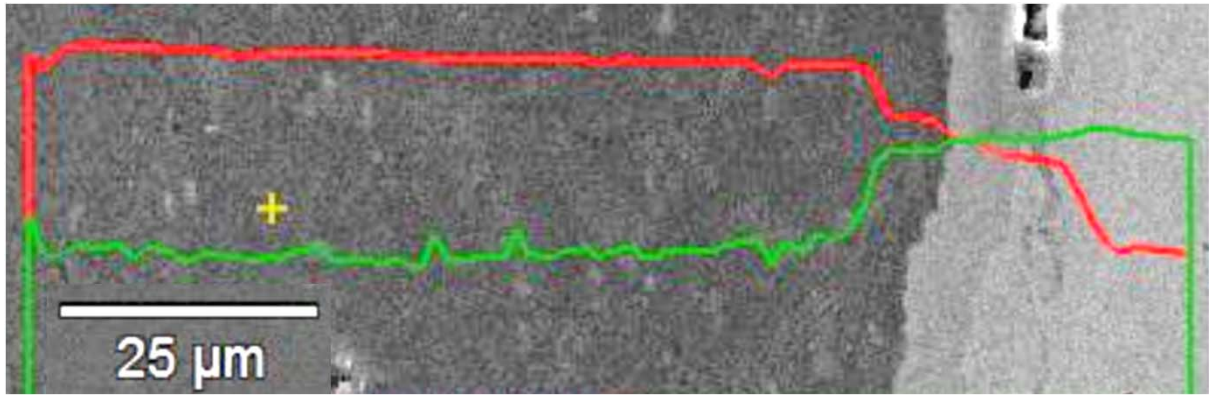
Phasendiagramm Al-Cu



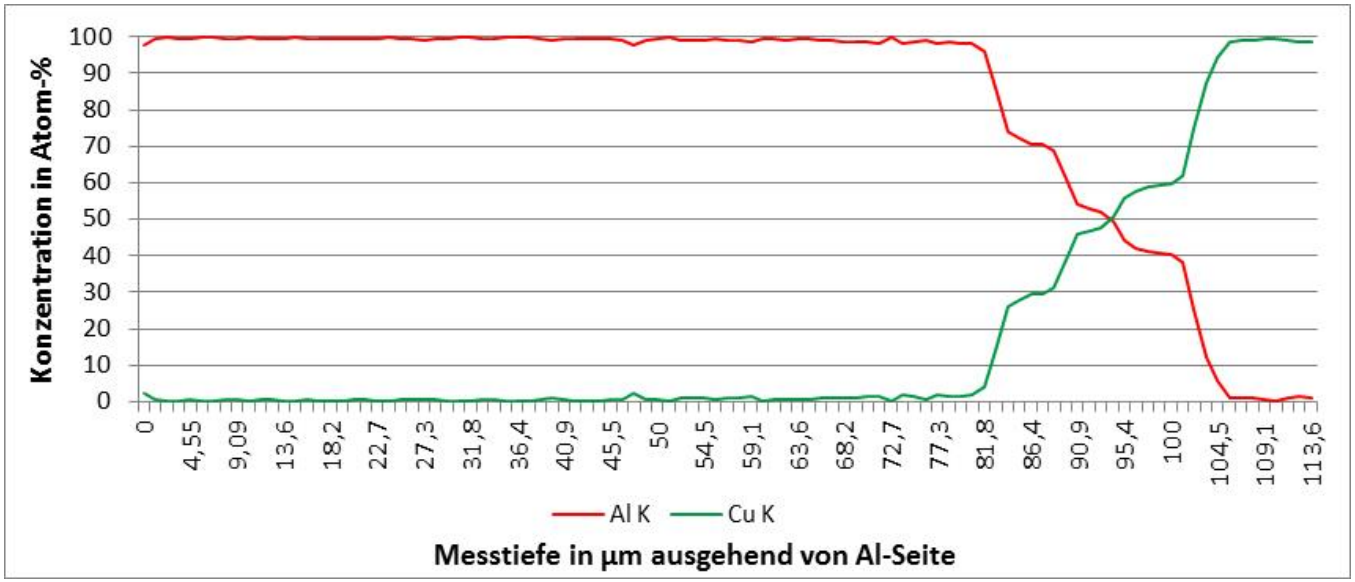
Quelle: sites.google.com/site/eampotentials/Home/AlCu

Untersuchung der Diffusionszone

Linescan mittels EDX



Probe 1_M1:
Diffusionsglühung bei hoher Temperatur und langer Haltedauer



Diffusionsprofil im Linescan:

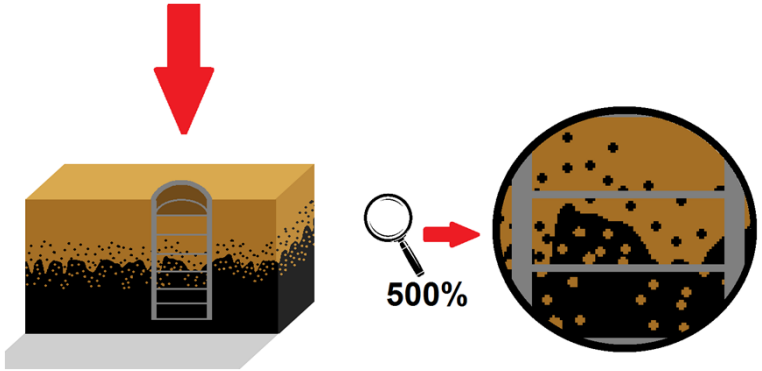
- Messung im Querschliff
- Stufenförmige Diffusionslinien
  - ➢ IMP erkennbar

Untersuchung der Diffusionszone

Tiefenprofilmessung GD-OES

Probenvorbereitung:

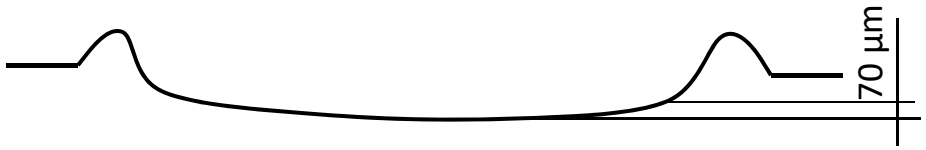
- Cu-Ausgangsplattendicke groß
- Al-Ausgangsplattendicke groß
- Probenpräparation:
  - Cu-Seite auf ca. 100 µm Restschichtdicke
  - Schleifen/fräsen (Zielpräparation)



Flächenabtrag von Oberfläche ausgehend
→ Abtrag Schicht für Schicht

Problematik:

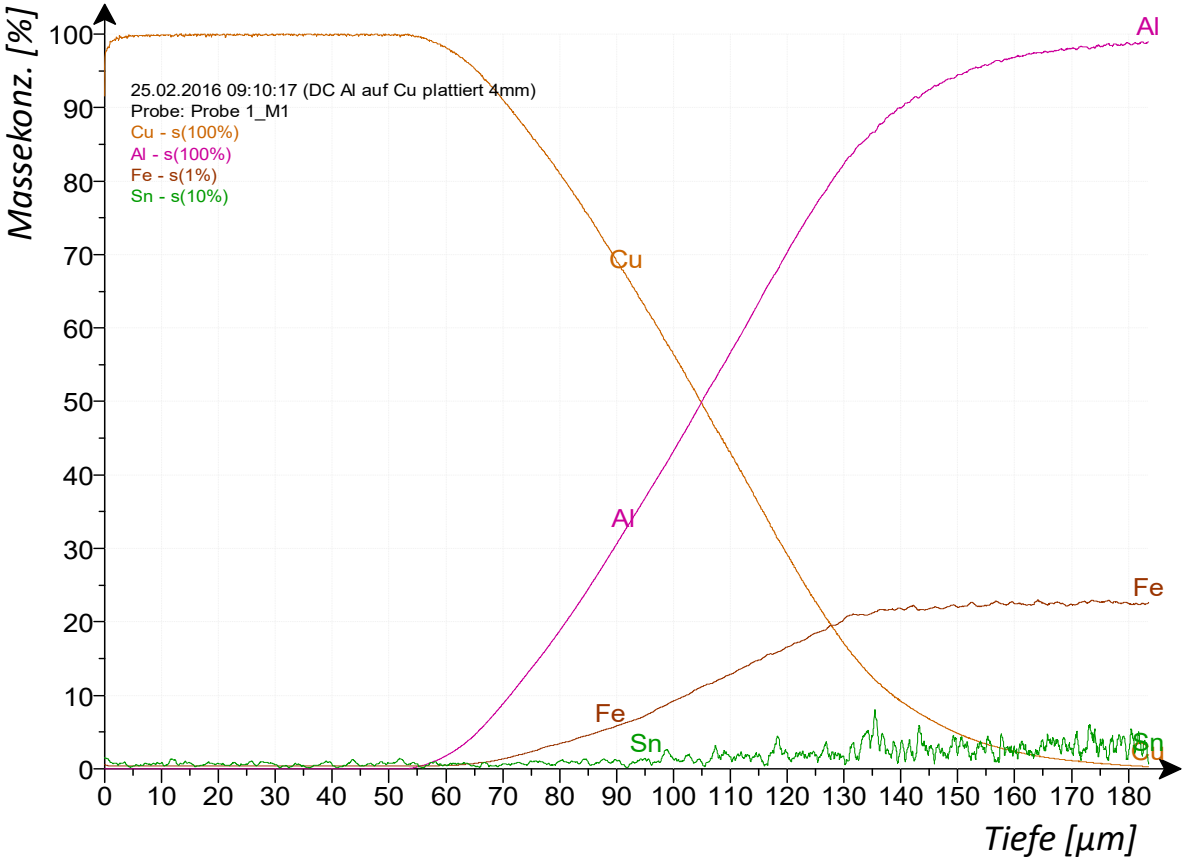
- Unebene, wellige Grenzfläche
  - ➢ Oberflächenbeschaffenheit wird durch die Prozessschritte bestimmt
- Keine planparallele Grenzfläche zur Cu-seitigen Oberfläche aufgrund der Probenpräparation
- Gekrümmter Kraterboden (ca. 70 µm)



Schematische Darstellung eines Kraterbodens

Untersuchung der Diffusionszone

Tiefenprofilmessung GD-OES



Diffusionsprofil im GD-OES:

- „Verbreitertes“ Diffusionsprofil
  - ➢ Diffusionszone ca. 100 µm
- „Geglättetes“ Diffusionsprofil
  - ➢ Intermetallische Phasen werden nicht angezeigt (keine Plateaus in den Messkurven vorhanden)

Zusammenfassung

Aufgabe

- Bestimmung und Lokalisierung der auftretenden IMP in der Diffusionszone von Al/Cu-Verbunden

Linescan mittels EDX

- Stufenförmiges Diffusionsprofil durch Vorhandensein von IMP

Tiefenprofilmessung mittels GD-OES

- Nichtparallelität zur Oberfläche
- Welligkeit der Grenzschicht
- Gekrümmter Kraterboden

} Analyse führt zu „geglätteten“ und „verbreiterten“ Diffusionsprofilen

Fazit

→ Im direkten Vergleich ist EDX-Messung besser geeigneter

→ Optimierungsmöglichkeiten zur Tiefenprofilmessung mit der GD-OES

Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit