Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. B. Wielage / Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Lampke
Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik
Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik
Technische Universität Chemnitz

Entwicklung niedrigschmelzender Lote für hochfeste Aluminiumlegierungen

DVS-Nr.: 7.061 / AiF-Nr. 16.194 B

Projektlaufzeit: 01.09.2009 – 31.08.2011

Aluminiumlegierungen finden in immer mehr technischen Bereichen ein breites Anwendungsfeld. Gründe hierfür sind die gute Verfügbarkeit, die guten fertigungstechnischen Eigenschaften, das gute Gewicht-Leistungsverhältnis sowie die vorteilhaften physikalischen und chemischen Eigenschaften. Bisher bestehen allerdings für viele Legierungen Einschränkungen hinsichtlich der oftmals zwingend erforderlichen stoffschlüssigen Verbindungen.

In der Vergangenheit wurden verschiedene Lote für das Niedertemperaturlöten von Aluminium entwickelt. Dabei spielte das binäre System Al-Si eine bedeutende Rolle, das durch Zugabe verschiedener Legierungselemente in seinem Schmelzbereich verändert wurde. Die meisten dieser Lote konnten sich jedoch aufgrund des hohen Preises, der Verfügbarkeit, der Verarbeitbarkeit, der mechanischen Eigenschaften der Lötverbindungen sowie des Verhaltens unter korrosiver Beanspruchung am Markt nicht durchsetzen. Dabei sind beispielsweise Al-Ge-Si-Lote zu nennen, die hochfeste Verbindungen ermöglichen. Diese können aus wirtschaftlicher Sicht jedoch nur in Nischenmärkten verwendet werden, da sowohl die notwendigen Rohstoffe als auch die Verarbeitung zu Folien sehr aufwendig und damit kostenintensiv sind.

Im vorliegenden Projekt steht die Lotentwicklung für hochfeste Aluminiumlegierungen Vordergrund, die als Konstruktionswerkstoffe in der Luft- und Raumfahrtechnik, im Automobil- und Maschinenbau eingesetzt werden. Ziel ist es, Lote mit Schmelztemperaturen um ca. 500 °C im System Al-Ag-Cu zu entwickeln, um so die Palette der lötbaren Aluminiumlegierungen zu erweitern sowie deren Löteignung nachzuweisen. Stark schmelzpunktsenkende, aber nicht vakuumtaugliche, Legierungselemente wie Mg und Zn sollen bewusst nicht in die Forschungsarbeiten einbezogen werden, da flussmittelfreie Löttechnologien Anwendung finden sollen, um korrosionsbeständige, optisch ansprechende Verbindungen zu erzeugen. Massenanwendungen, wie z.B. der Wärmetauscherbau werden deshalb in diesem Zusammenhang keine Rolle spielen.

Die Lote sollen zusammenfassend folgende Anforderungen erfüllen, die innerhalb des FV untersucht werden:

- gute Festigkeitseigenschaften
- gute Korrosionsbeständigkeit
- gutes Fliess- und Spaltfüllungsvermögen
- geringe Erosionsneigung
- Vakuumtauglichkeit

Die Herangehensweise erfolgt über das ternäre Zustandsschaubild Al-Ag-Cu, Bild 1. Dort lässt sich ein Eutektikum bei einer Zusammensetzung von 40 Gew.-% Al, 40 Gew.-% Ag und 20 Gew.-% Cu erwarten. Die zugehörige Schmelztemperatur liegt bei 506 °C. Eine derartige Legierung wurde hergestellt und mittels DTA hinsichtlich ihres Schmelzverhaltens analysiert, Bild 2. Im Ergebnis liegt eine eutektische Legierung mit einem Schmelzpunkt von 507 °C vor. Diese Legierung stellt die Grundlage der zielgerichteten Forschungsarbeiten dar. Umfassende Untersuchungen zum Fließ- und Benetzungsverhalten sowie zur Gefügeausbildung innerhalb der Lötnaht sollen ihre Eignung als Lotlegierung nachweisen. Außerdem beinhalten die Untersuchungen mögliche Modifikationen zur weiteren Optimierung der Lotlegierung.

Als weitere Legierungselemente stehen Si und Ni im Vordergrund. Zudem soll Sn in gezielten Einzelfällen als Zusatzelement eingebracht werden. Zn und Mg sollen keine oder nur untergeordnete Verwendung finden, da sich die Forschungstätigkeit ausschließlich auf flussmittelfreie Lötverbindungen beschränken soll. Die Lötversuche finden vollständig im Vakuum- bzw. Schutzgasofen statt.

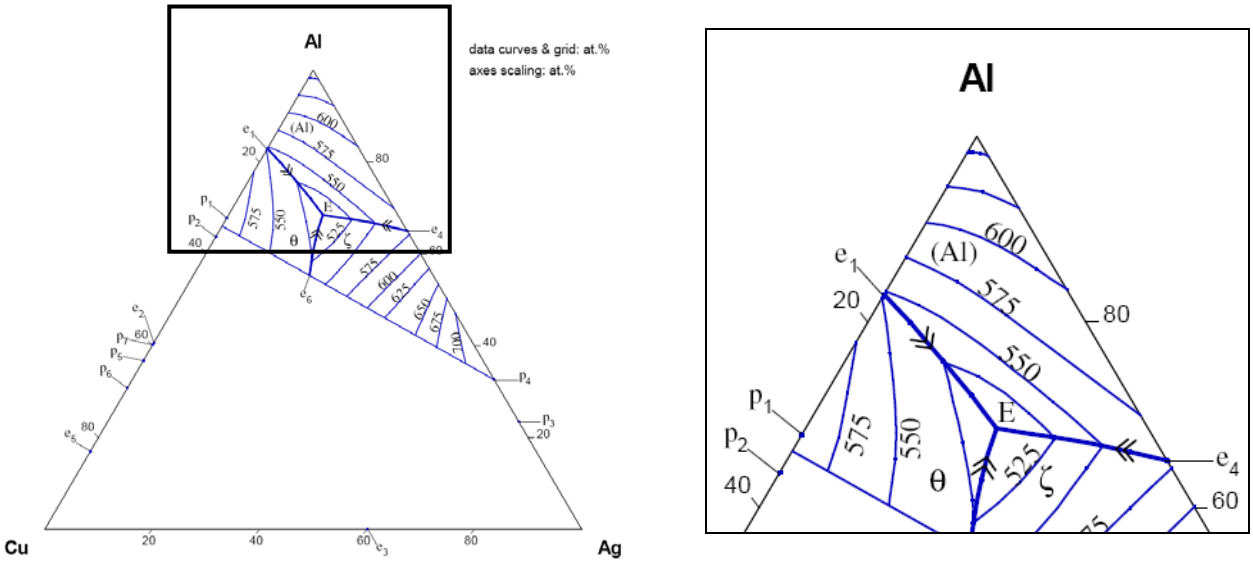

Bild 1: Ternäres Zustandschaubild Al-Ag-Cu (Angaben in At.-%) [11]

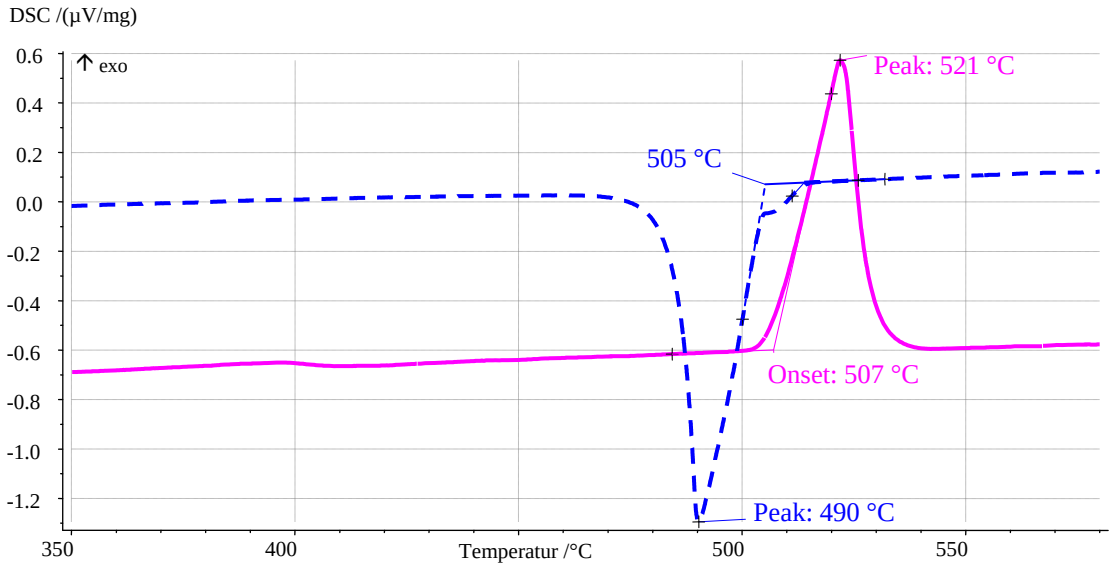

Bild 2: DT-Analyse einer AlAg40Cu20 - Lotlegierung

Die Auswahl der Grundwerkstoffe erfolgt in Zusammenarbeit mit dem pbA, dessen erste Sitzung wird im Oktober 2009 stattfinden wird.

Dr.-Ing. Ina Hoyer

Chemnitz, den 21.09.09