

## Leichtmetall-Oberflächentechnik

# Anodisieren neuartiger ultrafeinkörniger Aluminiumwerkstoffe für hochbeanspruchte Komponenten

### Einführung

Neue Werkstoffgenerationen, wie beispielsweise die ultrafeinkörnigen (UFG, Korngröße 100 nm bis 1000 nm) Aluminiumwerkstoffe, finden vorwiegend aufgrund ihrer verbesserten Bulkeigenschaften steigende Beachtung in Forschung und Entwicklung.

Für den gezielten Einsatz dieser neuen Materialien in der Praxis sind die einstellbaren funktionellen und dekorativen Oberflächeneigenschaften entscheidend. Bekanntermaßen bedingt der Einsatz konventioneller („grobkörniger“) Leichtmetalle in den meisten Anwendungsgebieten, z.B. im Maschinen- und Automobilbau sowie in der Luftfahrt, eine Oberflächenbehandlung.

Eine Möglichkeit, sowohl dem dekorativen, als auch funktionellem Gesichtspunkt Rechnung zu tragen besteht darin, die natürliche Oxidhaut von Aluminium durch anodische Oxidation zu verstärken. Die Folge ist ein erheblich verbesserter Schutz gegenüber Korrosion und Verschleiß. Darüber hinaus bietet die gebildete Oxidschicht dekorative Möglichkeiten (Einfärbbarkeit), sie besitzt einen hohen elektrischen und thermischen Widerstand sowie toxische Unbedenklichkeit.

Allerdings reagiert die Qualität der sich aus dem Substrat entwickelnden Schutzschicht empfindlich auf Veränderungen der chemischen Zusammensetzung, des Gefügestandes bzw. der vorliegenden Phasen oder auf die Oberflächen. Im Hinblick auf verbesserte Produkteigenschaften gilt es die Veränderung des Werkstoffaufbaus – infolge der hochgradig plastischen Deformation im Vergleich zu den konventionellen Materialien – auf den Anodisierungsprozess und die Eigenschaften zu untersuchen. Betrachtet werden die mechanischen Bulkeigenschaften der Werkstoffe wie auch die erzielbaren funktionellen und dekorativen Oberflächen. Erste orientierende Untersuchungen bestätigten, dass ultrafeinkörnige Aluminiumwerkstoffe verbesserte Bulkeigenschaften aufweisen, sich diese induzierte Gefügemodifizierung auch auf die Ausbildung der anodischen Oxidschicht in günstiger Weise auswirkt und hochwertige dekorative Oberflächen eingestellt werden können.

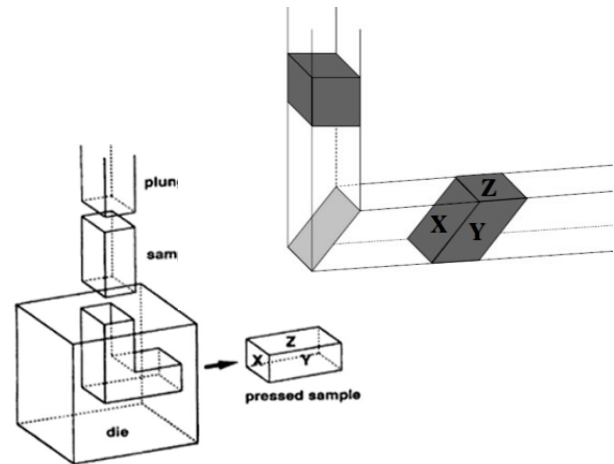


Abb. 1 | Schematische Darstellung des Pressprozesses (Ekapieren)

Erst kürzlich publizierte Grundlagenenergebnisse der Antragsteller im Rahmen des von der DFG geförderten Sonderforschungsbereichs 692 zeigen, dass diese Annahme ihre Berechtigung besitzt und Veränderungen der Schichtstruktur infolge dieser Ultrafeinkörnigkeit auftreten. Im Rahmen des beantragten Forschungsvorhabens stehen deshalb diese Veränderungen als Einflussgrößen bei der systematischen Erprobung verschiedener konventioneller anodischer Oxidationsverfahren im Mittelpunkt.

### Zusammenfassung

Für die Projektlaufzeit standen die Aluminiumlegierung EN AW-6060 und technisch reines Aluminium EN AW-1050A vor und nach einer hochgradigen plastischen Deformation mittels ECAP-Umformung im industriennahen Maßstab (Querschnitt 50x50 mm<sup>2</sup>) als Modellwerkstoff einer Charge zur Verfügung. Die einsatzrelevanten Eigenschaften wie Härte, Korrosions- und Verschleißbeständigkeit wurden für die genannten Werkstoffe vor und nach der elektrochemischen anodischen Oxidation bewertet.

Die ECAPierten Aluminiumwerkstoffe zeigen verbessertes elektrochemisches Korrosionsverhalten und höhere Härte im Vergleich zu nicht ECAPierten Werkstoffen. Die Beständigkeit gegenüber Schwingungsreibverschleiß ist

jedoch für feinkristalline Werkstoffe gleich oder sogar schlechter als für grobkristalline Analoge, was aber eine mögliche Verbesserung der Beständigkeit gegen andere Verschleißarten nicht ausschließt. Die Härte von EN AW-1050A nach vier Umformschritten erfüllt die Werkstoffanforderungen für die Anwendung in Scharnieren nicht. Deswegen wurde bei den Anodisierungsversuchen die Legierung EN AW-6060 als Modellwerkstoff gewählt.



Abb. 2 | Scharnierbolzen aus EN AW-6060 im ecapierten Zustand. Oberflächenzustand: eloxiert und organisch eingefärbt

Bei der optischen Bewertung der Oxidschichten mit identischer Dicke wurde eine deutliche Zeiligkeit der Schichten auf EN AW-6060 nach vier Umformschritten beobachtet. Allerdings konnten durch lokale Untersuchungen mittels REM keine Unterschiede in der Schichtstruktur festgestellt werden. Darüber hinaus zeigen die erzeugten Oxidschichten auf den unterschiedlichen Substratzuständen keine signifikanten Unterschiede in der Härte. Für die durch Hartanodisieren erzeugten Schichten wurde eine leichte Tendenz zur Steigerung der Härte auf ECAPierten Substraten festgestellt. Gegen Schwingreibverschleiß weisen die Oxidschichten auf ECAPierten Substraten

gegenüber denen auf nicht umgeformten grobkörnigen Substraten eine vergleichbare Beständigkeit auf. Dabei eignen sich besonders die bei 20 °C hergestellten Oxidschichten. Bei der Verschleißprüfung der bei 0 bis 5°C hergestellten Oxidschichten wurde eine erkennbare Rissbildung in den Schichten beobachtet. Durch Anodisieren wird die Korrosionsbeständigkeit der Substratwerkstoffe unabhängig vom Umformungszustand deutlich verbessert. Die ermittelten Ströme bei den Polarisationsmessungen der Oxidschichten auf umgeformten und nicht umgeformten Substraten betragen nur einige Pikoampere. Dabei sind Oxidschichten nach dem Hartanodisieren, vermutlich aufgrund der vorhandenen Risse, empfindlicher gegen Korrosion. In Tabelle 1 sind die im Laufe des Projektes an beiden Forschungsstellen erzielten Ergebnisse zusammengefasst.

Werkstoff	Korrosion	Härte	Verschleiß
<b>EN-AW 6060</b>			
Substrat	+	+	-
Standard-anodisieren	=/+	=/+	=/+
Hart-anodisieren	=/-	=/+	=/-
<b>EN-AW 1050A</b>			
Substrat	+/=	+	=

Tabelle 1 | Eigenschaften ECAPierter Werkstoffe im Vergleich zu nicht ECAPierten (+ besser, = gleich, - schlechter)

### Danksagung

Das Forschungsvorhaben 16831 BG des Vereins für das für das Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie e.V. (fem), unterstützt von der Technischen Universität Chemnitz, wurde im Programm zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie über die AiF finanziert.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## PROJEKT: IGF 16831 BG

### Forschungspartner

Technische Universität Chemnitz, Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik

### Projektpartner

Alucolor Oberflächentechnik GmbH & Co. KG, Chemnitz | ISE Automotive GmbH, Chemnitz | Heiche Oberflächentechnik GmbH, Schwaigern | VOA, Nürnberg | Munk GmbH, Hamm | Eloxal Barz GmbH, Notzingen

### Ansprechpartner

fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie | Katharinenstraße 17 | 73525 Schwäbisch Gmünd  
Dipl.-Ing. (FH) Stefan Funk, s.funk@fem-online.de