



Abbildung links: Entlackte Bauteiloberfläche der fehlerfreien Bauteilrückseite – erkennbar ist eine durch das Strahlen aufgeraute Struktur.

Abbildung rechts: Substratoberfläche im Bereich der Delamination – erkennbar ist die rissige und ungestrahlte Gusshaut.

# Haftfestigkeit bei Druckgussbauteilen

Gründliches Strahlen bei Magnesium-Druckguss-Bauteilen kann Haftfestigkeitsverlust verhindern

Magnesiumlegierungen sind seit Jahrzehnten eine Selbstverständlichkeit im Automobilbau und ein Sinnbild für modernen Leichtbau. Leider bedeutet Leichtbau in diesem Zusammenhang nicht immer auch leicht verarbeitbar. Und das gilt auch für das Beschichten von Magnesium.

Bezogen auf die Lackierfähigkeit kann man Magnesium in den Grundzügen relativ gut mit Aluminium vergleichen. Entsprechend ähnlich fallen die jeweiligen Vorbehandlungsmethoden aus, so dass mit wenig Aufwand auf das jeweils andere Grundmaterial umgestellt werden kann oder gegebenenfalls sogar eine Vorbehandlung für beide Substrate funktioniert. Eine Selbstverständlichkeit ist dies aber nicht und die Eigenheiten von Magnesium führen hierbei regelmäßig zu Schwierigkeiten.

Der folgende Schadensfall, der der DFO Service GmbH zur Bearbeitung vorlag, soll beispielhaft zeigen, wie sich ein nicht optimal eingestellter Vorbehandlungsprozess

für Magnesium-Bauteile auf die Beschichtungsqualität auswirken kann.

## Was die Analytik ergab

Magnesiumdruckgussbauteile, die mit einem 2K-Polyesterlack beschichtet worden waren, zeigten Haftfestigkeitsstörungen.

Nach der ersten Bewertung der Ausfallteile konnte festgestellt werden, dass das Problem nur lokal und auch nur auf der Vorderseite des Bauteils auftrat. Die Rückseite zeigte in allen Bereichen eine einwandfreie Haftfestigkeit. Häufig treten bei unzureichend ausgehärteten bzw. vernetzten Beschichtungen Haftfestigkeitsstörungen auf. Durch erste Versuche

und einen IR-spektroskopischen Vergleich der Beschichtung von der Vorder- und der Rückseite der Bauteile, konnte das Beschichtungsmaterial als Fehlerursache ausgeschlossen werden.

Als nächstes wurde per Rasterelektronenmikroskopie (REM) und energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) die Delaminationsebene untersucht. Dazu wird die Beschichtungsunterseite sowie die nach der Delamination der Beschichtung verbliebene Substratoberfläche analysiert. Dies ist von großer Bedeutung, da es zum einen wichtig ist zu klären, wo genau die Delamination stattgefunden hat (unter anderem Adhäsionsbruch, Kohäsionsbruch, ausschließlich Delamination der Beschichtung oder inklusive der

Konversionsschicht). Zum anderen können so auch mögliche Kontaminationen in der Delaminationsebene oder beispielsweise, das Fehlen einer Konversionsschicht oder Passivierung detektiert werden. Interessant ist auch meist die Oberflächenstruktur. Können Schleifriefen oder Spuren eines Strahlprozesses erkannt werden? Sind Rückstände von Schleif- oder Strahlmittel detektierbar? Die Antworten auf all diese Fragestellungen liefern in den meisten Fällen genügend Indizien für die Ursachenfindung. In diesem Fall konnten an der Unterseite der Beschichtung neben typischen Bestandteilen der Beschichtung flächendeckend Zirkon, Aluminium, Magnesium und Sauerstoff detektiert werden. Das Zirkon konnte der zirkonbasierten Passivierung zugeordnet werden.

Die Gegenseite, also die Substratoberfläche im Bereich der Delamination, wies zwar ebenfalls die Elemente Magnesium, Aluminium, Zirkon und Sauerstoff auf, jedoch in geringeren und schwankenden Konzentrationen im Vergleich zur Beschichtungsunterseite. Zusätzlich wurden Spuren von Phosphor und Fluor detektiert, die ebenfalls der Passivierung beziehungsweise der Beize entstammten.

### Corpus delicti: die Gusshaut mit ihren spezifischen Eigenschaften

Bei der Herstellung von Magnesiumbauteilen aus Magnesiumlegierungen können an der Oberfläche inhomogene Phasen auftreten, in denen verschiedene Konzentrationen der Legierungselemente und Mischoxide vorliegen. Diese bezeichnet man als Gusshaut. Das Korrosionsverhalten und die mechanischen Eigenschaften der Gusshaut unterscheiden

sich vom eigentlichen Substratmaterial. Während sich bei Aluminium eine prinzipiell vor fortschreitender Korrosion schützende Oxidschicht ausbildet, entsteht bei Magnesium eine rissige Magnesiumhydroxidschicht. Diese ist jedoch weniger beständig als die natürliche Passivierung bei Aluminium und im Bereich der Risse ist das Substrat weiterhin korrosionsanfällig.

Sowohl die Gusshaut als auch die Magnesiumhydroxidschicht haben dauerhaft keinen ausreichenden Verbund zum Substrat und delaminieren mit der Zeit zusammen mit der Beschichtung. Deshalb müssen beide vor der Lackierung entfernt werden. Zusätzlich können sich in der Gusshaut Trennmittel einlagern, die über eine nasschemische Reinigung nur schwer bis gar nicht entfernt werden und zu Problemen führen können.

#### Fehlerbild des Monats

In dieser Rubrik berichtet die Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung (DFO) e.V. über aktuelle Schadensfälle aus der Praxis, die von der DFO aufgeklärt wurden. Ziel ist es, Anregungen zu geben, wie Fehlerbilder interpretiert werden können und welche Ursachen für außergewöhnliche Beschichtungsfehler infrage kommen.

**Deutsche Forschungsgesellschaft für Oberflächenbehandlung (DFO) e.V., Neuss**  
**David Hoffmann**  
**Tel. +49 2131-40811-12**  
**hoffmann@dfo-online.de**  
**www.dfo-service.de**

### Gut gestrahltes Substrat führt zu ausreichendem Beizabtrag

Folglich lag in diesem Fall der Verdacht nahe, dass die Gusshaut nicht ausreichend entfernt worden war. Häufig wird die Gusshaut bei Magnesium- und auch Aluminiumbauteilen durch Beizen entfernt. Hier gilt es jedoch zu beachten, dass Magnesium eben nicht mit Aluminium gleichgesetzt werden kann. Der Beizabtrag bei Magnesium muss typischerweise höher liegen als beim Aluminium.

Die alkalische Entfettung vor der Beize kann die Schichtdicke der Magnesiumhydroxidschicht sogar zusätzlich erhöhen. Führt man hier mit gleichen Parametern wie beim Aluminium, so ist der Beizabtrag zu gering. Dadurch verbleiben gegebenenfalls auch Fremdstoffe wie zum Beispiel Trennmittel an der Oberfläche. Da nun klar war, dass die Gusshaut nicht ausreichend entfernt worden war, stellte sich die Frage, warum nur die Vorderseite der Bauteile betroffen war. Als weiteres Abtragsverfahren können Magnesiumdruckgussbauteile auch gestrahlt oder geschliffen werden. In diesem Fall wurden die Teile vor der nasschemischen Vorbehandlung gestrahlt. Ein direkter Vergleich der Substratoberfläche der Vorderseite und der entlackten Rückseite der Bauteile per REM machte klar, dass auf der Vorderseite deutlich schlechter oder partiell gar nicht gestrahlt worden war (s. Abb.1 und 2). Hier reichte der Beizabtrag allein nicht aus. Auf der Rückseite hingegen hatte der Strahlprozess gute Vorarbeit geleistet, so dass der Beizabtrag ausreichte, um die Gusshaut vollständig zu entfernen. ●