

## Oberflächenbehandlung

**Anodisieren, Verzinken, Passivieren, Lackieren: Mifa bietet für seine Kunden sämtliche Oberflächenbehandlungen an. Eine gute Oberflächenbehandlung schützt gegen Korrosion, verringert Verschleiß oder Reibung, verleiht dem Produkt isolierende oder leitende Eigenschaften und macht es in vielen Fällen optisch ansprechender. Für Mifa ist die Oberflächenbehandlung der „finishing Touch“, durch den nicht nur die Haltbarkeit erhöht wird, sondern der dem Aluminiumprodukt weitere Funktionalitäten hinzufügt.**

Die wichtigsten Oberflächenbehandlungen, die Mifa für Aluminium anbietet, lassen sich grob in drei Kategorien unterteilen:

- Konversionsschichten: Aluminium-Passivierung, Anodisieren und plasmaelektrolytische Oxidation
- Galvanische Beschichtungen: (Chemisches) Vernickeln, Versilbern, Vergolden, Verzinnen, Hartverchromen usw.
- Organische Beschichtungen, Lackierungen, Lackprimer, Klebstoffprimer

Auf Wunsch können zudem auch CVD-/PVD-Beschichtungen und synergetische Schichten aufgebracht werden.

### KONVERSIONSSCHICHTEN

Anders als bei vielen anderen Beschichtungsverfahren wird bei einer Konversionsschicht ein Teil des Aluminiums für die Bildung der Schicht verwendet. Dazu werden in einem simplen Verfahren Chemikalien eingesetzt, die auf die Oberfläche einwirken (Oxidation) und die Oberfläche in eine dünne Oxidschicht umformen. Als Beispiele hierfür sind unter anderem die Gelb-Chromatierung und Passivierung mit Phosphorsäure und/oder Metallen zu nennen.

Eine komplexere Umformung (Konversion) der Oberfläche kann durch die künstliche Oxidation der Oberfläche unter Zuhilfenahme von elektrischem Strom und Chemikalien erzielt werden. Dieses Verfahren wird Anodisieren genannt. Mit dem Anodisierungsverfahren lassen sich dicke Oxidschichten (5-100 µm) bilden, welche die Verschleißbeständigkeit und den Korrosionsschutz der Oberfläche deutlich verbessern.

Ein weiteres Verfahren, in dem wie beim Anodisieren Strom und Chemikalien zur Schichtbildung eingesetzt werden, nennt sich plasmaelektrolytische Oxidation. Der Unterschied dieses Verfahrens zum Anodisieren ist, dass aufgrund eines anderen Verfahrensaufbaus Entladungen entstehen, welche die Oberfläche mit dem entstandenen Plasma zu einer steinharten Oxidschicht umformen.



## **ALUMINIUM-PASSIVIERUNG**

Die Passivierung ist das einfachste Verfahren, um eine Oberfläche vor Korrosion zu schützen. Die aufgetragene Schicht enthält häufig aktive Substanzen wie Metalle (Chrom), dank derer die Oberfläche – ähnlich wie bei einer Zinkschicht auf Stahl – neben der dünnen passiven Oxidschicht einen zusätzlichen Korrosionsschutz erhält. Früher wurde Aluminium oft mit blanken oder gelben Chromschichten überzogen. Aufgrund des reduzierten Gebrauchs von sechswertigem Chrom wurden in den vergangenen Jahren Varianten ohne Chrom und mit dreiwertigem Chrom entwickelt, wie beispielsweise Surtec 650, das der RoHS-Richtlinie vollumfänglich entspricht. Diese Passivierungsschichten verfügen über Eigenschaften, aufgrund derer sie sich hervorragend als Untergrund für Lacke oder Klebstoffe eignen, korrosionsbeständig sind und die Oxidation elektrischer Kontakte verhindern.

## **ANODISIEREN**

Die bei Weitem am häufigsten eingesetzte Oberflächenveredelung für Aluminium ist das Anodisieren. Ohne, dass wir uns dessen bewusst sind, ist ein großer Teil des Aluminiums unseres täglichen Lebens anodisiert (Fensterrahmen, Autoteile usw.).

Beim Anodisieren wird – wie auch bei der Passivierung – ein Teil des Aluminiums an der Oberfläche zur Schichtbildung verbraucht, daher der Name Konversionsschicht. Im Gegensatz zur Passivierung geschieht dies nicht nur durch Einwirkung von chemischen Stoffen, sondern auch unter Zuhilfenahme von elektrischem Strom. Für die Zeitdauer des Verfahrens dient das Produkt hierzu als Pluspol (Anode), daher der Name Anodisieren. Unter Einfluss von elektrischem Strom wird die Oberfläche schneller in eine Oxidschicht umgeformt und es lassen sich erheblich dickere Schichten als bei der Passivierung herstellen.

Da die Oxidschicht dicker und härter ist als eine durch Passivierung erzielte Schicht, ist die Oberfläche besser gegen Korrosion, Kratzer und Verschleiß geschützt. Des Weiteren ist die Anodisierungsschicht elektrisch isolierend und bietet den Vorteil einer Mikroporosität, die für die Imprägnierung mit Farben oder Schmierstoffen genutzt werden kann. Durch das Anodisieren erhält das Aluminiumprodukt also nicht nur schützende und funktionale Eigenschaften, es sieht auch noch ansprechend aus und behält sein Aussehen. Hier offenbart sich ein weiterer Unterschied zu einem nicht anodisierten Produkt, das über die Jahre matt und schmutzig wird.

## **PLASMAELEKTROLYTISCHE OXIDATION**

Die plasmaelektrolytische Oxidation ist ein Verfahren, bei dem ähnlich wie bei der Anodisierung unter Einwirkung von chemischen Substanzen und elektrischem Strom eine Schicht gebildet wird. Aufgrund der eingesetzten speziellen Chemikalien/Elektrolyte und der hohen Voltzahlen entstehen an der Oberfläche Plasmaentladungen, die für ein kurzzeitiges Aufschmelzen der Oberfläche sorgen und dadurch eine steinharte gebundene Oxidschicht bilden. Zwei Handelsnamen dieses Verfahrens sind Keronite und Keplacoat. Die gebildete Schicht besteht vornehmlich aus eine



porösen Deckschicht und einer weniger porösen Grundsicht. Die Porosität der oberen Schicht eignet sich, wie auch die beim Anodisieren gebildete Schicht, für die Farbgebung oder Imprägnierung mit Schmierstoffen. Härte und Verschleißbeständigkeit übertreffen die von anodierten Werkstoffen in den meisten Fällen.

## **GALVANISCHE BESCHICHTUNGEN**

Bei der Galvanisierung von Aluminium wird eine Beschichtung auf das Produkt aufgebracht. Im Gegensatz zu Konversionsbeschichtungen trägt das Aluminiumprodukt nicht selber zur Schichtbildung bei.

Die Beschichtung wird unter Stromeinfluss oder in bestimmten Fällen auch stromlos auf das Produkt niedergeschlagen. Bei der Galvanotechnik bildet das zu beschichtende Produkt den Minuspol (Kathode). So können sich die im elektrolytischen Bad gelösten Metallteilchen am Produkt anlagern.

Aus diesem Grund bestehen galvanische Überzüge meistens aus einem Metall mit eventuell kleinen Zuschlagstoffen. Zu den Metallen, die angelagert werden können, zählen unter anderem Gold, Silber, Zinn, Nickel und Chrom.

Die Funktion und Anwendung dieser Beschichtungen unterscheidet sich häufig von Anodisierungsschichten, da die Aluminiumlegierung einen erheblich geringeren Einfluss auf die Beschichtung ausübt. Somit ist die Wahl der Beschichtungsart freier und es können auch hochlegierte Arten von Aluminium beschichtet werden.

In jedem Fall kann eine Metallschicht auch ohne Strom niedergeschlagen werden. Ein verbreitetes Verfahren hierfür ist das chemische Vernickeln, bei dem sich Metall ohne den Einsatz von elektrischem Strom an ein Produkt anlagert. Die schier Menge galvanischer Überzüge und Anwendungen würde den Rahmen dieses Artikels sprengen, würde man sie alle nennen und beschreiben wollen. Möchten Sie sich beraten lassen? Wir stehen Ihnen gerne bei der Wahl des passenden galvanotechnischen Verfahrens zur Seite.

## **ORGANISCHE BESCHICHTUNGEN**

Organische Beschichtungen sind Überzüge auf der Grundlage organischer Substanzen, meistens Lacke oder Farben. Neben einer dekorativen und schützenden Funktion besitzen bestimmte Überzüge auch besondere Eigenschaften. Hierbei sind beispielsweise das Abperlen von Flüssigkeiten, eine geringe Reibung, die Selbstschmierung oder der Korrosionsschutz zu nennen. Die Schmierung/Reibung oder Benetzung beeinflussende Mittel basieren häufig auf fluorpolymerhaltigen Substanzen (z. B. Teflon) oder keramischen Schmierstoffen, die einem organischen Überzug zugeschlagen werden. Im Gegensatz zu haftungsverringernenden Substanzen können auch Haftvermittler der Beschichtung hinzugefügt werden. Dies ist häufig bei Haftprimern der Fall, die beispielsweise für Anwendungen mit Klebstoff beigefügt werden. Spezielle Substanzen wie beispielsweise Silane, die dem Primer zugeschlagen werden, sorgen für eine starke und beständige Haftung an der Aluminiumoberfläche und begünstigen eine gute Benetzung und Haftung des aufgetragenen Klebstoffes.

## **DAS ANODISIEREN**

Das Anodisieren wird bereits seit mehreren Jahrzehnten angewandt und hat sich als kostengünstige und vielseitige



Oberflächenveredelung für Aluminium erwiesen. Es bietet diverse Möglichkeiten, um die technischen Eigenschaften des Überzugs wie auch seine Farbe je nach Wunsch des Kunden zu variieren.

Da beim Anodisieren ein kleiner Teil des Aluminiums für die Schichtbildung verbraucht wird, nimmt die gewählte Aluminiumlegierung direkt Einfluss auf die Eigenschaften der Schicht.

Mifa kennt dieses Wechselspiel zwischen der Zusammensetzung der Legierung und dem Anodisieren wie kein Zweiter und kann Sie daher gezielt bei der Wahl der Aluminiumlegierung beraten, damit das Aluminiumprodukt und die Anodisierungsschicht optimal harmonisieren und funktionieren.

Im Anodisierungsprozess wird das Aluminiumprodukt in einem Bad mit Schwefelsäure mithilfe von Strom an der Anode (Pluspol) oxidiert. Die Oberfläche des Aluminiumproduktes wird hierbei in ein steinhartes Aluminiumoxid umgewandelt.

Die so entstandene Schicht besteht aus kleinen Poren, in denen beispielsweise Farbstoffe aufgenommen werden können. So erhält die Schicht auch eine dekorative Funktion. Für den bestmöglichen Schutz des Aluminiums werden die Poren in der Schicht in den meisten Fällen durch eine Nachbehandlung geschlossen: das sogenannte „Nachverdichten“. Bei diesem Arbeitsschritt können verschiedene Verfahren wie unter anderem Imprägnieren, kaltes und heißes Nachverdichten oder Passivierung mit einem Korrosionsschutz eingesetzt werden.

## **ANODISIERUNGSVERFAHREN**

Es bestehen diverse Verfahren für das Anodisieren von Aluminium. Die beiden geläufigsten sind das normale und harte Anodisieren mit Schwefelsäure.

Normales Anodisieren ist – wie der Name bereits sagt – das normale Verfahren. Es lassen sich 10-25 µm dicke Anodisierungsschichten herstellen, die für die meisten Anwendungen geeignet sind, bei denen es auf Verschleißbeständigkeit, Kratzfestigkeit, Korrosionsschutz und dekorative Eigenschaften ankommt.

Das harte Anodisieren lässt sich mit dem normalen Verfahren vergleichen. Es unterscheidet sich durch die wesentlich niedrigeren Temperaturen des Elektrolytbads, welche die Produktion von härteren und dickeren Schichten erlauben. Hartes Anodisieren eignet sich für Anwendungen, die dickere Schichten (20-100 µm) und/oder eine höhere Verschleißbeständigkeit erfordern.

Die Härte und Verschleißbeständigkeit variieren je nach Legierung, Schichtdicke und Nachbehandlung. Sehr dicke Anodisierungsschichten werden an der Außenseite weicher und müssen bisweilen nachgeschliffen werden, um die weiche Deckschicht zu entfernen und ein optimales Ergebnis zu erhalten. Harte Anodisierungsschichten sind also nicht per se härter als durch das normale Anodisieren hergestellte Schichten, obwohl der Name des Verfahrens dies nahelegt. Die Auswirkung der Legierung auf die Eigenschaften der Schicht ist größer als die der Schichtdicke.



Aus diesem Grund sollte die Wahl von Legierung, Anodisierungsverfahren und gegebenenfalls Nachbehandlung wohlüberlegt sein, um eine optimale Kombination der Eigenschaften des Werkstoffes und Überzugs zu fördern.

Beide Anodisierungsverfahren beeinflussen die Abmessungen des Produktes gleichermaßen, dieser Zusammenhang unterscheidet sich jedoch je nach Legierung und Schichtdicke leicht.

Da die Schicht aus dem Aluminium gebildet wird, wächst sie gleichsam in den Werkstoff hinein. Das Volumen des verbrauchten Aluminiums wird bei der Umwandlung in die Anodisierungsschicht verdoppelt: 10 µm Aluminium werden so in ca. 20 µm Schichtdicke umgesetzt.

Da die Schicht aus dem Aluminium gebildet und nicht wie bei einem galvanischen Überzug auf das Produkt niedergeschlagen wird, verändern sich die Abmessungen nur geringfügig: Eine 20 µm dicke Anodisierungsschicht wächst im Durchschnitt ca. 10 µm in den Werkstoff hinein und um 10 µm im Volumen und damit nach außen.

Um die Auswirkungen auf die Abmessungen zu vermeiden, kann das Produkt zuvor gebeizt und die Volumenzunahme somit kompensiert werden. Das Produkt wird dann maßhaltig anodisiert.

## **FARBE UND EINFÄRBen**

Da die Aluminiumlegierung maßgeblich an der Bildung der Anodisierungsschicht beteiligt ist, wird die Farbe der Schicht durch die Legierungselemente beeinflusst. Dieser Effekt wird mit zunehmender Schichtdicke stärker. Darum sind durch hartes Anodisieren entstandene Schichten aufgrund der höheren Schichtdicke dunkler als durch das normale Verfahren hergestellte Schichten. Beträgt die Schichtdicke weniger als 25 µm und besteht nicht aus Legierungen der Serien 2000 oder 7000, so ist der Überzug beinahe vollständig farblos und hervorragend zum Einfärben geeignet. Hierfür werden zwei Verfahren verwendet, das Tauchfärbeverfahren und die elektrolytische Einfärbung.

Das Tauchfärbeverfahren ist die gebräuchlichste Methode und bietet ein breites Farbspektrum, mit Weiß als einziger Ausnahme. Dieses Verfahren nutzt organische Farbstoffe, die auch beim Färben von Textilien eingesetzt werden. Aus diesem Grund ist diese Vielzahl an Farben möglich. Das Tauchfärbeverfahren ist die günstigste Farbgebungsmethode, bietet viele Farbmöglichkeiten und wird von den meisten Anodisierungsbetrieben angeboten. Es bietet nur den einzigen Nachteil, dass die Farben wie auch bei Textilien UV-empfindlich sein können und die Farbe mit den Jahren an Leuchtkraft verlieren kann.

Die elektrolytische Einfärbung nutzt, wie der Name bereits sagt, elektrischen Strom zum Färben. Im Elektrolytbad lagern sich Metalle wie Zinn in den Poren ein und färben die Schicht abhängig von der Einfärbezeit von Gold bis Bronze und schließlich tiefschwarz. Andere Farben werden auch angeboten, sind aber auf dem Markt rar.

Der Vorteil der elektrolytischen Einfärbung besteht in der Beständigkeit des Farbstoffes gegenüber UV-Licht und



hohen Temperaturen. Der Nachteil dieses Verfahrens ist, dass es selten angeboten wird, sich nur für normal anodisierte Produkte eignet und ein sehr begrenztes Farbspektrum bietet.

#### **NACHBEHANDLUNG VON ANODISIERUNGSSCHICHTEN**

Für den bestmöglichen Schutz des Aluminiums werden die Poren in der Schicht in den meisten Fällen durch eine Nachbehandlung geschlossen: das sogenannte „Nachverdichten“. Bei diesem Arbeitsschritt können verschiedene Verfahren wie u. a. Imprägnieren, kaltes und heißes Nachverdichten oder Passivierung mit einem Korrosionsschutz eingesetzt werden.

Zu den geläufigsten Nachverdichtungsmethoden zählt die Heißwassernachverdichtung. In diesem Verfahren wird das Aluminiumoxid in Böhmit umgewandelt, wodurch sich die Poren schließen.

Die Härte und Verschleißbeständigkeit nehmen hierdurch leicht ab, doch der Korrosionsschutz nimmt erheblich zu. Grundsätzlich werden Anodisierungsschichten immer nachverdichtet. Bei Anwendungen, die maximale Verschleißbeständigkeit erfordern (z. B. Lager) erfolgt keine Nachverdichtung, um die größtmögliche Verschleißbeständigkeit zu erhalten. Die Poren können dann auch verwendet werden, um trockene oder feuchte Schmierstoffe wie Teflon oder Öle aufzunehmen, sodass die Schicht nicht nur sehr verschleißbeständig ist, sondern auch einen sehr niedrigen Reibungskoeffizient erhält.

Ein Beispiel für einen Überzug, den Mifa in diesem Zusammenhang bereits über 25 Jahre lang anbietet, ist Tufram – eine einzigartige Kombination aus einer sehr harten Anodisierungsschicht mit selbstschmierenden Eigenschaften.

Die Poren in der Schicht können auch für eine komplett andere Anwendung genutzt werden. Nicht umsonst ist das Anodisieren seit über einem halben Jahrhundert auch ein fester Begriff in der Welt der Klebstoffe und bis heute Vorschrift bei hochbelasteten Klebstoffverbindungen.

#### **ABSCHLIESSENDE BEARBEITUNG**

Nach dem Aufbringen der Anodisierungsschicht, eventuellen Einfärben oder Imprägnieren und Nachverdichten, kann die Schicht noch weiter bearbeitet werden. Ein teilweises Entfernen der Schicht mit einem Laser ist auch möglich. So kann die Anodisierungsschicht stellenweise abgetragen werden, beispielsweise an Stellen, die eine Leitfähigkeit erfordern. Selbstverständlich können wir aber auch den Produktnamen, Ihren Firmennamen oder Ihr Logo in das Produkt lasern. Ansprechend und beständig!

#### **WEITERE INFORMATIONEN**

Möchten Sie sich beraten lassen? Wir stehen Ihnen gerne bei der Wahl des passenden Überzugs zur Seite. Schauen Sie auf [www.mifa.eu](http://www.mifa.eu) oder wenden Sie sich an uns über [sales@mifa.eu](mailto:sales@mifa.eu). Direkter Ansprechpartner? Wählen Sie: +31 (0) 77 - 389 88 88



## DIE FAKTEN

OBERFLÄCHEN-VEREDELUNG	MAX. SCHICHTDICKE	KORROSIONSSCHUTZ	HÄRTE	VERSCHLEISSBESTÄNDIGKEIT	ALGEMENE NORM
<b>Anodisieren</b>	bis 20 µm	max. 2.000 Stunden Salzsprühversuch nach DIN 50021 ESS	ca. 250 HV 0,025, abhängig von der Legierung	Angemessen	MIL-8625 Type II
<b>Hartes Anodisieren</b>	bis 100 µm, abhängig von der Legierung	max. 2.000 Stunden Salzsprühversuch nach DIN 50021 ESS	bis ca. 500 HV, 0,025, abhängig von der Legierung	Gut	MIL-8625 Type III
<b>Glisscoat</b>	bis 20 µm	nach DIN 50021 ESS	bis ca. 500 HV, 0,025, abhängig von der Legierung	Gut	MIL-8625F Type III
<b>Tufram</b>	25-50 µm	> 1000 Stunden	360 +/- 20HV	Gut	MIL-8625 Type III
<b>Chemisches Vernickeln</b>	bis 80 µm	> 200 uur, conform DIN 50021 ESS	Bis ca. 950 HV, abhängig vom Verfahren	Gut	MIL-C-26074
<b>Surtec 650</b>	< 1 µm, ohne Einfluss auf die Abmessungen	max. 336 Stunden Salzsprühversuch nach DIN EN ISO 9227 ASMT B-117	n/a	n/a	MIL-DTL-81706-B und MIL-DTL-5541-F

## CONTACT

[mifa.eu/de/kontakt](http://mifa.eu/de/kontakt)

