

# Chrom(III)-haltige Passivierung von Zinkdruckguss

Internet-PDF aus „GIESSEREI“ 97 (2010), Heft 7, Seiten 20–27  
© Giesserei-Verlag GmbH, Düsseldorf



FOTO: SURTEC DEUTSCHLAND

Die Passivierung durch Chrom(III)-haltige Elektrolyte führt bei Zinkdruckgussteilen zu einem guten Korrosionsschutz und darüber hinaus zu ansprechenden Oberflächen

VON PETER VOLK, ZWINGENBERG

## Chrom(VI)-haltige Verfahren

In der Vergangenheit wurden Zinkdruckgussoberflächen zur Steigerung des Korrosionsschutzes und als Vorbereitung für eine anschließende Lackierung chromatiert. Bei der Chromatierung wird eine wässrige Lösung von Chrom(VI)-Verbindungen (z. B. Chromsäure oder Chromate) verwendet, in die die zu chromatierenden Teile eingetaucht werden. An der Oberfläche kommt es zu einer chemischen Reaktion: eine aus Chrom(III)-, Chrom(VI)- und Zinkoxid bestehende Schicht wird gebildet. Diese Schicht ist etwa 100-500 nm dick und schützt das darunterliegende Material vor allem durch ihre Wirkung als Barriere gegen korrosive Medien. Die bei der Chromatierung verwendeten Chrom(VI)-Verbindungen sind allerdings giftig und

krebserzeugend, daher werden umweltverträglichere Alternativen gesucht. Im Bereich der Automobil-, Elektro- und Elektronikindustrie ist durch das Inkrafttreten der EU-Altauto-Richtlinie und der EG-

Richtlinie über Elektro- und Elektronikaltgeräte (meist „Elektroschrottverordnung“ genannt) die Verwendung von Chrom(VI) bereits gesetzlich verboten [1, 2].

## KURZFASSUNG:

Mit Hochdruck wird schon seit einigen Jahren am Chrom(VI)-Ersatz gearbeitet, da auf Grund der bekannten EG-Richtlinien – EG-Altauto-Richtlinie (ELV) und EG-Richtlinie über Elektro- und Elektronikaltgeräte (EEAG) – der Einsatz von Chrom(VI) für Teile im Bereich Elektro-, Elektronik- und Automobilindustrie verboten ist. Um dieser Vorgabe gerecht zu werden, wurden neue Passivierungsprozesse entwickelt. Sie verwenden Chrom(III)-Verbindungen, die sich aus einem Passivierungselektrolyten auf der Metalloberfläche abscheiden. Das abgeschiedene Chrom(III)-Hydroxid/-Oxid ist ungefährlich und bietet einen sehr guten Korrosionsschutz bei gleichzeitig ansprechender Optik. Auch auf Zinkdruckguss lassen sich mit Chrom(III)-haltigen Elektrolyten stabile Passivierungsschichten ausbilden, die je nach Anforderung bestimmte Qualitätsmerkmale erfüllen:

- > guter Korrosionsschutz direkt auf Zinkdruckguss,
- > geeignet als Vorbehandlung für die anschließende Lackierung.

**Chrom(III) als Alternative zu Chrom(VI)**

Ein guter Korrosionsschutz wird nur dann erreicht, wenn die Schutzschicht dick ist, also eine gute Barriere gegen korrosive Medien bildet, und wenn sie aus inerten Substanzen besteht, also Stoffen, die reaktionsträge und möglichst unlöslich in Wasser, Säuren und Laugen sind. Ein Blick in das Periodensystem der Elemente zeigt, dass nur wenige Elemente schwerlösliche Oxide bilden und als Bestandteil von Konversionsschichten in Frage kommen (Bild 1). Die im Periodensystem weiß hinterlegten Elemente sind entweder gasförmig, radioaktiv, sehr giftig oder sie bilden keine schwerlöslichen Oxide und sind daher als Bestandteil von Passivierungsschichten ungeeignet. Die hellgrau hinterlegten Elemente bilden Oxide, die zwar in Wasser schwer löslich, aber in Säuren und/oder Laugen leicht löslich sind. Somit kommen nur die sechs dunkelgrau hinterlegten Elemente in Frage. Von ihnen bildet Chrom(III) das am schwersten lösliche Oxid [3, 4, 5]. Vergleicht man die stabilen Oxidationsstufen des Chroms (Tabelle 1), zeigt sich, dass nur die Oxidationsstufe +6 giftig und kanzerogen ist. Das metallische Chrom mit der Oxidationsstufe 0 und die in der Natur vorkommenden Chromverbindungen mit der energetisch stabilsten Oxidationsstufe +3 sind ungefährlich [6, 7]. Nebenbei bemerkt ist Chrom(III) ein für den Menschen lebensnotwendiges Spurenelement. Der menschliche Körper enthält ca. 6 mg Chrom(III) und täglich werden mit der Nahrung 50 bis 200 µg aufgenommen.

**Chrom(III)-haltige Verfahren in der Oberflächentechnik**

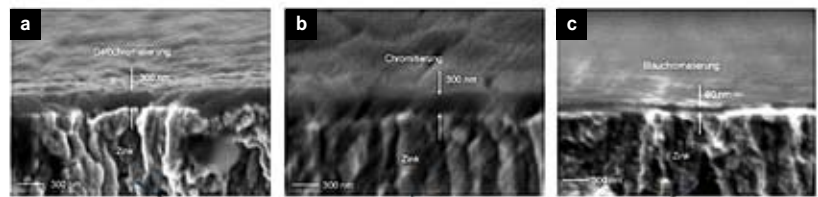
Dreiwertiges Chrom zeigt in verschiedensten Anwendungen eine Steigerung des Korrosionsschutzes. Vier Beispiele, bei denen Chrom(III) die Qualität der Oberfläche verbessert, werden im Folgenden beschrieben.

**1. Passivieren von elektrolytisch abgeschiedenen Zinkoberflächen.** Schon seit einigen Jahren wird dreiwertiges Chrom bei der Dickschichtpassivierung von galvanisch abgeschiedenen Zink- und Zinklegerungsschichten verwendet. Auf Zink wird eine etwa 300 nm dicke und sehr gut korrosionsschützende Schicht ausgebildet (Bild 2). Die Schicht ist genauso dick wie die der Gelbchromatierung und stellt einen vollwertigen Ersatz dar. In der Tat hat die dreiwertige Schicht sogar den Vorteil, dass sie hitzebeständiger ist [8, 9].

**2. Passivieren von Aluminium.** Mit dem Verfahren SurTec 650 chromitAL ist es möglich, auch auf Aluminium eine Konversionsschicht aus einem Chrom(III)-haltigen Elektrolyten stabil und prozesssicher abzuscheiden (Bild 3). Die dreiwertige Schicht

Periode	Gruppe																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	H																	He	
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne	
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
6	Cs	Ba	La*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
7	Fr	Ra	Ac**																
			* Lanthanide	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
			** Actinide	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		

**Bild 1: Periodensystem der Elemente mit Blick auf die Löslichkeit der Oxide**

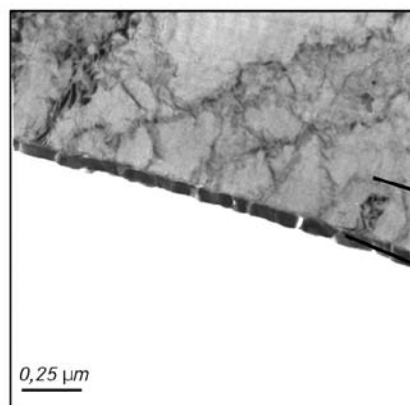


**Bild 2: Korrosionsschutzschicht bei: a) Gelbchromatierung, b) Dickschichtpassivierung, c) Blauchromatierung**



**Tabelle 1: Stabile Oxidationsstufen des Chroms**

Oxidationsstufe	Chemikalien	Anwendungen
+6 (Salz)	Chromsäure, Chromate	Verchromungselektrolyte und Gelbchromatierung
+3 (Salz)	Chromnitrat, -chlorid und -sulfat Chromit: das Erz FeCr <sub>2</sub> O <sub>4</sub> Chromoxid: Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	dreiwertige Elektrolyte und Passivierungen, Farbpigment, Leder- und Glasindustrie
0 (Metall)	metallisches Chrom	Möbel, Armaturen, Implantate Bestandteil von Edelstählen



**Bild 3: SurTec 650 chromitAL – dreiwertige Passivierung auf Aluminium**

<sup>1)</sup> GSB – Gütegemeinschaft für die Stückbeschichtung von Bauteilen; <sup>2)</sup> Qualicoat – Association for Quality Control in the Lacquering, Painting and Coating Industry; <sup>3)</sup> QPL – Qualified Products List

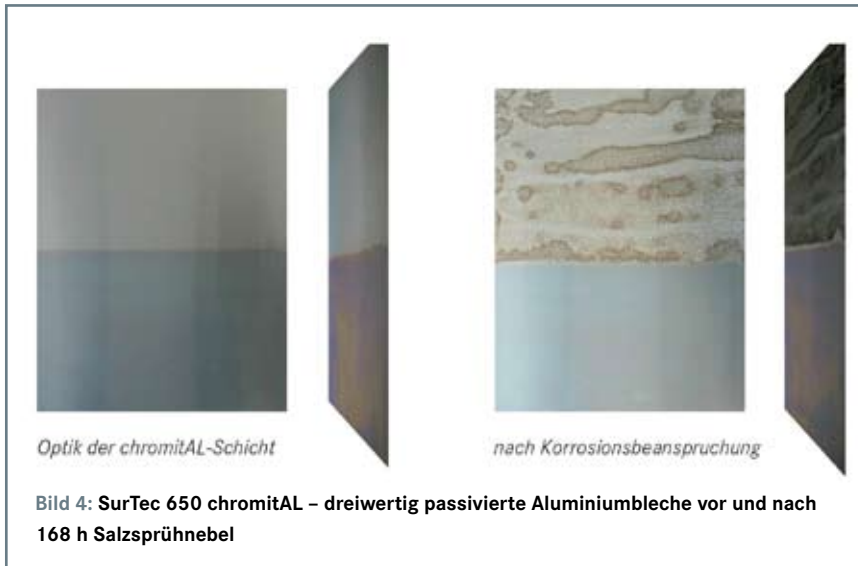


Bild 4: SurTec 650 chromitAl – dreiwertig passivierte Aluminiumbleche vor und nach 168 h Salzsprühnebel

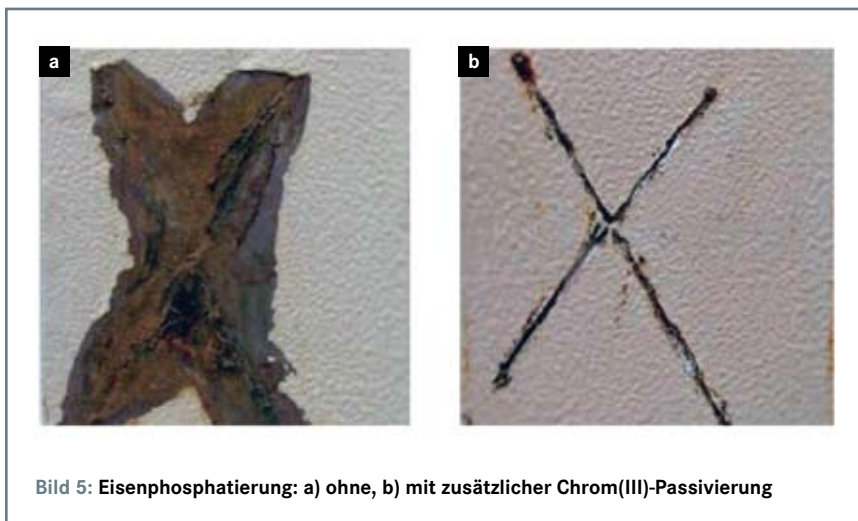


Bild 5: Eisenphosphatierung: a) ohne, b) mit zusätzlicher Chrom(III)-Passivierung

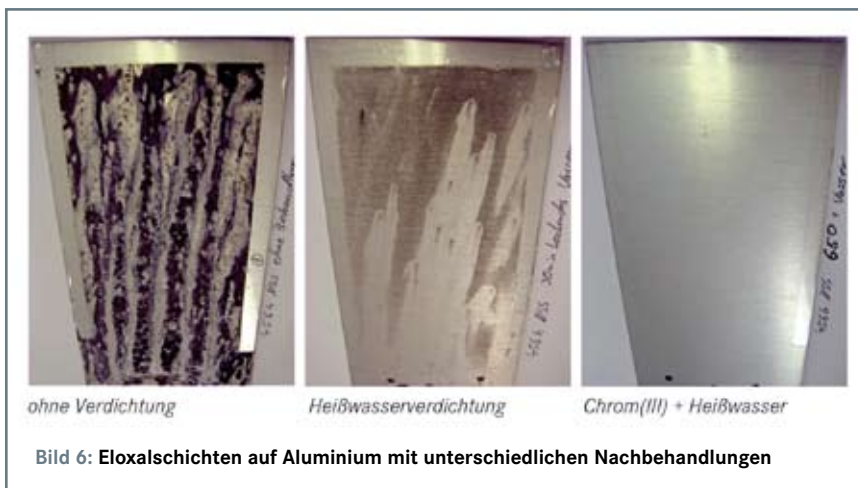


Bild 6: Eloxalschichten auf Aluminium mit unterschiedlichen Nachbehandlungen

bietet im Wesentlichen die gleichen Eigenschaften wie die sechswertige Gelbchromatierung. Ein guter Korrosionsschutz (Bild 4) und eine gute Lackhaftung werden erreicht. Lacke werden bei Korrosionsbelastung nicht unterwandert. Die dreiwertige Passivierung SurTec 650 chromitAl hat die Freigaben der GSB<sup>1)</sup> und der Quali-coat<sup>2)</sup> erreicht und ist in der QPL<sup>3)</sup> (MIL-DTL-81706B) gelistet [10, 11, 12].

**3. Nachbehandlung von Phosphatschichten.** Als gängiges Verfahren wurden und werden Phosphatschichten mit Chrom(VI)-haltigen Lösungen nachgespült, um Korrosionsschutz und Haftfestigkeit einer anschließenden Lackierung zu verbessern [13]. Das lässt sich auch Chrom(VI)-frei mit Chrom(III)-haltigen Lösungen erreichen. Der Korrosionsschutz einer lackierten Oberfläche wird mit SurTec 580

ChromiPhos schon bei geringer Konzentration (7 ml/l) und kurzer Anwendungszeit (20 s) verbessert. In Bild 5 wird der Korrosionsschutz einer Eisenphosphatierung ohne und mit Chrom(III)-haltiger Passivierung dargestellt. Die vorbehandelten und lackierten Stahlbleche wurden 1000 h im neutralen Salzsprühnebel geprüft.

**4. Nachbehandlung von Eloxalschichten.** Eloxalschichten auf Aluminium besitzen eine porige Struktur. Feuchtigkeit und Salz können durch die Oxidschicht bis zum Aluminiummetall dringen und dort Korrosion auslösen. Wird die Oberfläche nach der elektrolytischen Oxidation in Heißwasser verdichtet und werden die Poren somit geschlossen, wird der Korrosionsschutz verbessert. Wird eine Eloxalschicht zusätzlich vor der Heißwasserverdichtung mit Chrom(III) behandelt, erhöht sich der erreichbare Korrosionsschutz nochmals deutlich. Bild 6 zeigt die Aluminiumlegierung 2024 (eloxiert in Weinsäure/Schwefelsäure (TSA), Schichtdicke 3 µm) mit den unterschiedlichen Nachbehandlungen.

**Chrom(III)-haltige Passivierung für Zinkdruckguss**

Auch bei der Oberflächenbehandlung von Zinkdruckguss kommen Chrom(III)-haltige Verfahren zum Einsatz. Der wesentliche Vorteil der Direktpassivierung von Zinkdruckguss ist die einfache und kostengünstige Prozessführung. Im Vergleich zu einer galvanischen Veredelung der Oberfläche mit anschließender Passivierung zeigt sich:

- > Die erforderliche Badfolge ist kürzer und der Prozess damit kostengünstiger.
- > Die Direktpassivierung ist ein außenstromloses Verfahren. Dadurch ist der Prozess unabhängig von der Stromdichteverteilung und es wird an allen Bereichen der Teile (auch bei Hohlware) die gleiche Schichtausbildung erreicht.
- > Durch kurze Behandlungszeiten ist ein höherer Materialdurchsatz möglich.

Eine gängige Prozessfolge zur Direktpassivierung von Zinkdruckguss ist in Tabelle 2 aufgeführt.

**Anwendungsziel: Korrosionsschutz**

Die Qualität des Zinkdruckgusses hat einen wesentlichen Einfluss auf den erreichbaren Korrosionsschutz. Intakte Gushäute und poren- bzw. lunkerfreie Oberflächen gewährleisten einen besonders guten Korrosionsschutz. Mit der Direktpassivierung werden so Korrosionsschutzergebnisse bis zu 168 h im neutralen Salzsprühnebel gemäß ISO 9227 erreicht (Bild 7). Ebenso beeinflusst die Legierungszusammensetzung

<sup>1)</sup> GSB – Gütegemeinschaft für die Stückbeschichtung von Bauteilen; <sup>2)</sup> Quali-coat – Association for Quality Control in the Lacquering, Painting and Coating Industry; <sup>3)</sup> QPL – Qualified Products List

den Korrosionsschutz. Je geringer z. B. der Kupferanteil der Legierung ist, desto besser ist der erreichbare Korrosionsschutz. **Bild 8** vergleicht direktpassivierten Zamak 3 (<0,03 % Cu) und Zamak 5 (ca. 1 % Cu) nach einer Korrosionsbelastung von 168 h im neutralen Salzsprühnebel. Während die Oberfläche des kupferarmen Zamak 3 noch unverändert ist, zeigt Zamak 5 schon erste Korrosionsspuren.

**Anwendungsziel: Vorbehandlung vor der Lackierung**

Die Chrom(III)-haltige Passivierungsschicht ist auch eine hervorragende Basis für eine anschließende Lackierung. Die Passivierungsschicht selbst wird durch die chemische Reaktion bei der Schichtbildung haftfest mit dem Metall verbunden. Mit der Lackschicht verbindet sie sich aufgrund ihrer hohen Oberflächenspannung ebenfalls ausgezeichnet. Wird eine Chrom(III)-haltig passivierte und lackierte Oberfläche im neutralen Salzsprühnebel geprüft, zeigt sich die hervorragende Beständigkeit. An künstlichen Verletzungen der Lackierung ist die Unterwanderung des Lackes durch Korrosion minimal (**Bild 9**). Besonders deutlich wird der gute Korrosionsschutz der Chrom(III)-Passivierung, wenn Bereiche des Bauteils nicht (z. B. wegen Maßhaltigkeit oder elektrischer Kontaktierung) oder unvollständig (z. B. in Bereichen, in denen die Lackierung die Oberfläche unvollständig abdeckt) lackiert sind. In **Bild 10** wird eine herkömmliche Eisenphosphatierung mit der Chrom(III)-Passivierung verglichen, jeweils mit anschließender Pulverlackierung. Nach 120 h im Salzsprühnebel ist bei der Eisenphosphatierung am Prüfritz schon eine Unterwanderung von 1 bis 2 mm zu erkennen. Unlackierte Bereiche zeigen voluminöse Zinkkorrosion und auch an Innenkanten, die der applizierte Pulverlack nicht vollständig abdeckt, bricht die weiße Zinkkorrosion durch. Bei der Chrom(III)-Passivierung dagegen ist noch keine Unterwanderung am Prüfritz zu erkennen und unbeschichtete oder unvollständig beschichtete Bereiche zeigen nahezu keine Korrosionserscheinungen.

**Behandlung verschiedener Grundwerkstoffe in einem Prozessbad**

In der Oberflächentechnik kommt es immer häufiger zu der Aufgabenstellung, verschiedene Grundwerkstoffe in gleichen Prozessbädern vor einer nachfolgenden Lackierung zu behandeln. Zum einen soll so die Vorbehandlung auf möglichst engem Raum durchgeführt werden, zum anderen werden die Bauteile immer komplexer und bestehen aus einem Verbund verschiedener Materialien.

**Tabelle 2: Verfahrensablauf zur Passivierung von Zinkdruckguss**

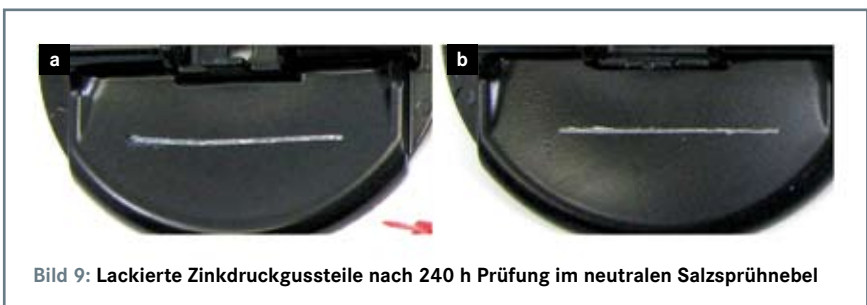
Verfahrensschritt	Verwendetes Medium/Verfahren	Verfahrensbedingungen
Entfetten	SurTec 133	4 %, 60 °C, 10 min
Spülen	Stadtwasser	mindestens 2 Spülschritte
Aktivieren	SurTec 481	2 %, 25 °C, 20 s
Spülen	Stadtwasser	mindesten 2 Spülschritte
Passivieren	SurTec 683	13 % (Volumenanteil), 70 °C, 70 s, pH 3,4
Spülen	Stadtwasser	1 bis 2 Spülschritte
Spülen	vollentsalztes Wasser	insbesondere für beste Lackhaftung



**Bild 7: Direktpassivierte Zinkdruckgussteile (SurTec 683) nach 168 h im neutralen Salzsprühnebel**



**Bild 8: Korrosion bei: a) Zamak 3, b) Zamak 5 nach Korrosionstest**



**Bild 9: Lackierte Zinkdruckgussteile nach 240 h Prüfung im neutralen Salzsprühnebel**

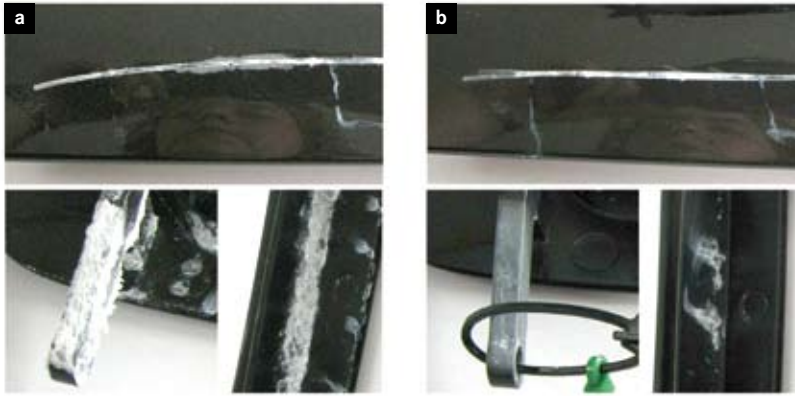


Bild 10: Korrosion bei: a) Eisenphosphatierung + Lack, b) Chrom(III)-Passivierung + Lack

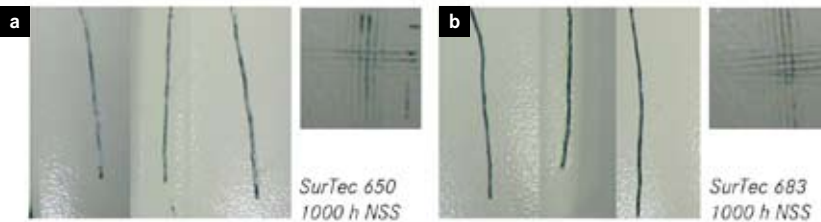


Bild 11: a) Passivierung für Aluminium und Zink, b) Standardpassivierung

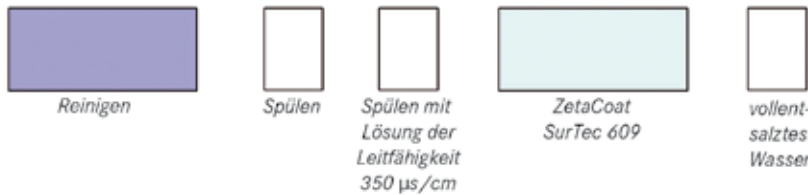


Bild 12: Schema der Multi-Metallvorbehandlung mit Chrom(III) (SurTec 609 ZetaCoat)



Bild 13: Verschiedene mit SurTec 609 ZetaCoat vorbehandelte Materialien nach 600 h Salzsprühnebelprüfung



Bild 14: Verschiedene mit SurTec 609 ZetaCoat vorbehandelte Materialien nach 6 Zyklen Klimawechseltest

**Vorbereitung von Zink und Aluminium in einem Bad.** Chrom(III)-haltige Passivierungen werden dieser Anforderung gerecht, und unterschiedliche Materialien können in derselben Passivierung behandelt werden. So kann die Chrom(III)-haltige Aluminium-Passivierung SurTec 650 chromitAL auch auf Zinkoberflächen angewendet werden. Diese Aufgabenstellung stammt z. B. aus dem Bereich des Fensterbaus, wo neben Aluminiumprofilen auch verzinkte Oberflächen oder Zinkdruckguss lackiert werden müssen. Bild 11 zeigt, dass sowohl SurTec 650 chromitAL (Behandlung von Aluminium und Zink) als auch SurTec 683 (Standardpassivierung für die Behandlung von Zinkdruckguss) für die Lackvorbehandlung geeignet sind. Nach 1000 h im neutralen Salzsprühnebel ist bei beiden Passivierungen noch keine Unterwanderung am Prüfritz festzustellen. Die Lackhaftung beim Gitterschnitttest gemäß DIN EN ISO 2409 ist in Ordnung.

**Multi-Element-Vorbereitung.** Noch vielseitiger ist die Multi-Element-Vorbereitung SurTec 609 ZetaCoat. In diesem Prozess können Stahl, Zink (feuerverzinkte Ware, elektrolytisch verzinkte Ware und Zinkdruckguss) und Aluminium behandelt werden. Wegen der Vielseitigkeit und auch wegen der guten Korrosionsschutzergebnisse stellt das Verfahren somit auch einen Ersatz für die klassische Zinkphosphatierung dar. Der Chrom(III)-haltige Prozess bietet hierbei wesentliche Vorteile:

- > Gegenüber der Zinkphosphatierung fällt im Prozessbad weniger Schlamm an, die Wartung des Bades ist viel einfacher.
- > Der Gesamtprozess zur Behandlung der Oberfläche ist kürzer, da auf die für Zinkphosphatierungen notwendige Aktivierung verzichtet werden kann. Fünf Prozessschritte reichen, um die Oberfläche zu behandeln (Bild 12).
- > Die leistungsfähige Lackvorbehandlung SurTec 609 ZetaCoat ist im Vergleich zur Zinkphosphatierung umweltverträglicher und einfacher in der Handhabung [14]

Die Beschichtung liefert hohen Korrosionsschutz (neutraler Salzsprühnebel gemäß DIN EN ISO 9227 oder Klimawechseltest VDA-621-415) und sehr gute Lackhaftung (EN ISO 2409) auf Stahl, Aluminium und verzinkten Oberflächen. Bild 13 zeigt getestete Oberfläche nach 600 h im neutralen Salzsprühnebel. Bild 14 zeigt die Oberflächen nach 6 Zyklen Klimawechseltest. Tabelle 3 fasst die Korrosionsschutzergebnisse und die Gitterschnittergebnisse zusammen. Die Chrom(III)-haltige Vorbereitung SurTec 609 ZetaCoat ist seit fast zwei Jahren im Einsatz. Zurzeit wird sie in mehreren Anlagen in Spanien, Frankreich und



Bild 15: Anwendung in der Praxis

Tabelle 3: Gitterschnitt- und Korrosionsergebnisse

	Gitterschnitt ISO 2409	NSS-Test, ISO 9227 600 h (Lackunterwanderung in mm)	VDA-621-415 Klimawechseltest - 6 Zyklen (Lackunter- wanderung in mm)
Kaltgewalzter Stahl	Gt 0	0-1	0-1
Feuerverzinkt	Gt 0	2-3	2
Galvanisch verzinkt	Gt 0	3-5	2
Aluminium	Gt 0	0	0

Deutschland verwendet. Bild 15 zeigt die Behandlung von unterschiedlichen Materialien in der Praxis.

**Zusammenfassung**

Chrom(III) bietet auf Metalloberflächen herausragende Eigenschaften bezüglich des Korrosionsschutzes und der Lackhaftung. Systeme auf der Basis von Chrom(III) werden in verschiedensten Bereichen der Oberflächentechnik eingesetzt:

- > Passivierung und Vorbehandlung von Zink- und Zinkdruckgussoberflächen,
- > Passivierung und Vorbehandlung von Aluminium,
- > Nachbehandlung von Eloxalschichten

und  
> Multi-Element-Vorbehandlung vor der Beschichtung.

Das verwendete Chrom(III) ist ungiftig und seine physiologischen Eigenschaften sind bestens bekannt. Chrom(III) ist ELV, RoHS<sup>4)</sup> und WEEE<sup>5)</sup> konform und es gibt keine gesetzlichen Einschränkungen, Chrom(III) auf Metalloberflächen zu verwenden. SurTec 650 chromitAL und SurTec 609 ZetaCoat sind zurzeit die einzigen Verfahren im Bereich der Lackvorbehandlung auf dem Markt, bei denen keine Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung zum Einsatz kommen.

Ing. Peter Volk, SurTec Deutschland GmbH, Zwingenberg

**Literatur:**

[1] Richtlinie 2002/95/EG zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten. Europäisches Parlament, Europäischer Rat, 27. Januar 2003.  
 [2] Richtlinie 2000/53/EG über Altfahrzeuge. Europäisches Parlament, Europäischer Rat, 18. September 2000.  
 [3] Jansen, R.; Preikschat, P.: Chrom(VI)-Ersatz auf Zink – Nachbehandlungsverfahren in der Praxis. Berichtsband über das 23. Ulmer Gespräch 2001. Eugen G. Leuze Verlag, 2001. S. 33-41.  
 [4] Jansen, R.; Preikschat, P.: Chromatierungen und Passivierungen auf Zink- und Zinklegierungen. Jahrbuch Oberflächentechnik, Band 57. Giesel Verlag, 2001. S. 71-83.  
 [5] Lide, D. R.: Handbook of chemistry and physics. CRC Press, 1990-1991.  
 [6] Römpp Chemie Lexikon. Georg Thieme Verlag, 1989-1992.  
 [7] Wiberg, N.; Wiberg, E.; Holleman von Gruyter, A. F.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Walter de Gruyter, 1985.  
 [8] Internetseite der SurTec Deutschland GmbH, www.SurTec.com.  
 [9] Jansen, R.; Preikschat, P.: Chromatierungen und Passivierungen auf Zink- und Zinklegierungen. Jahrbuch Oberflächentechnik, Band 57. Giesel Verlag, 2001. S. 71-83.  
 [10] Volk, P.: Chrom(III)haltige Passivierung für Aluminium. Jahrbuch Oberflächentechnik, Band 57. Giesel Verlag, 2006. S. 273-280.  
 [11] besser lackieren! 5 (2006) Nr. 9, S. 7.  
 [12] Volk, P.: Echte Alternative, Metalloberfläche. I.G.T. Informationsgesellschaft Technik mbH, 5/2006.  
 [13] Rausch, W.: Die Phosphatierung von Metallen. Eugen Leuze Verlag, 2005.  
 [14] JOT Journal für Oberflächentechnik (2008) Nr. 11, S. 58-61.

<sup>4)</sup> RoHS – EU-Richtlinien zur Beschränkung gefährlicher Substanzen; <sup>5)</sup> WEEE – EU-Richtlinien zur kostenlosen Rückgabe von Elektronikaltgeräten



Peter Volk  
**SurTec Deutschland GmbH**  
 SurTec-Straße 2 · 64673 Zwingenberg  
 Tel.: 06251-171700 · Fax: 06251-171800  
 mail@SurTec.com · www.SurTec.com

