

## Anlaufschutz 4.0: Elektronikfertigung der nächsten Generation

### Schutzschicht für elektrische Komponenten verbessert technische Eigenschaften

Robert Ziebart und Friedrich Talgner, Umicore Galvanotechnik, Schwäbisch Gmünd

*Bei Endoberflächen in der Elektronik, wie etwa von Steckverbindern, sind zunehmend Edelmetalleinsparungen gefordert. Die Schichten, die zu einem hohen Anteil aus Gold, Silber, Palladium und deren Legierungen bestehen, müssen weiterhin strenge technische Anforderungen erfüllen, selbst bei reduzierten Schichtdicken.*

*For final finishes in electronics, such as connectors, precious metal savings are increasingly required. The layers, which consist to a high proportion of gold, silver, palladium and their alloys, must continue to meet strictly technical requirements, even at reduced layer thicknesses.*

Um diese Forderungen zu erfüllen, rücken zunehmend Nachbehandlungsprozesse in den Fokus. Sie sollen einerseits Schutz gegen korrosive Medien bieten, andererseits die technischen Eigenschaften der Endoberflächen – wie elektrischen Kontaktübergangswiderstand, Verschleißbeständigkeit sowie Löt- und Bondbarkeit – nicht verändern. Die gesteigerte Nachfrage nach solchen Prozessen deckt Umicore Galvanotechnik mit neuen Produktentwicklungen nanoskaliger Schutzschichten ab.

#### Verbesserte Mechanismen erhöhen die Schutzwirkung

Für die Untersuchungen wurden zunächst die bisher gängigen und etablierten Anlaufschutzprozesse verwendet. Durch eine Neuformulierung der bekannten Wirksubstanzen konnte die Schutzleistung aufgebracht Monolayer-Schichten im Tauchverfahren verbessert werden.

Im Zusammenspiel mit neuen Additiven kann diese Schutzleistung weiter gesteigert werden. Speziell die elektrolytische Anwendung mit Strom bietet zusätzliche Vorteile. Im Vergleich zu herkömmlichen Schutzschichten, die im Tauchverfahren aufgebracht werden, lassen sich Schichten mit Stromunterstützung sehr viel dichter und kompakter abscheiden.

Die Additive sorgen dafür, dass diese Schichten in der Stromvariante bereits innerhalb weniger Sekunden komplett ausgebildet sind. So steht sehr schnell die volle Schutzleistung zur Verfügung.

Diese neue Generation von Nachbehandlungsverfahren übertrifft die Leistungsfähigkeit bestehender Systeme deutlich. Das gilt sowohl im Hinblick auf den Korrosions- und Anlaufschutz als auch bei weiteren technischen Anforderungen. Die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse verdeutlichen Eigenschaften und Potenzial dieser neuen Generation von Anlaufschutzsystemen.

#### Korrosions-Tests zum Nachweis der Schutzeigenschaften

Zur Beurteilung der Korrosions- und Anlaufschutzleistung wurden Silberoberflächen herangezogen und getestet. Silber reagiert generell sehr sensibel auf schwefelhaltige korrosive Medien und bietet somit die beste Voraussetzung für eine Bewertung der Schutzleistung. Üblicherweise werden in der Industrie Sulfid-Tests (Kaliumsulfid mit 2–5% und Ammoniumsulfid mit 2 bis 3%) bei Prüfzeiten von 30 Sekunden bis 2 Minuten verwendet. Hierbei sind keine Verfärbungen der Silberoberfläche zulässig.

Bei den Umicore-Tests wurden – über die bisherigen Standardanforderungen hinaus – die Prüfzeiten deutlich verlängert. Zudem waren die Konzentrationen der korrosiven Medien erhöht, um stärkere Belastungen des Schichtsystems zu simulieren.

#### Anlaufschutzleistung bei Tauchverfahren und bei Verfahren mit Stromunterstützung

Zur Bewertung der Anlaufschutzleistung wurden silberbeschichtete Teile in 2- und 5-prozentigen  $K_2S$ -

Lösungen geprüft. Beim Standardprodukt (Umicore Anlaufschutz 614) zeigen sich nach zwei Minuten erste Verfärbungen der Oberflächen. Im Vergleich dazu konnten Prüfteile mit dem neuen Anlaufschutzverfahren deutlich längere Prüfzeiten von bis zu sieben Minuten bestehen, bis erste Anzeichen von Verfärbungen erkennbar waren und das Korrosionsmedium einen Angriff auf die Silberoberfläche bewirkte.

Wie gut solche Nachbehandlungen tatsächlich schützen, zeigen Ergebnisse mit Stromunterstützung. Identische Proben wurden sowohl im Tauchverfahren als auch mit elektrolytischer Unterstützung 10 Sekunden im Nachtauchprozess behandelt. Bei der nachfolgenden  $K_2S$ -Prüfung (3-7 Min.) zeigen die elektrolytisch behandelten Teile eine deutlich verstärkte Beständigkeit im Korrosionsmedium (Abb. 1).

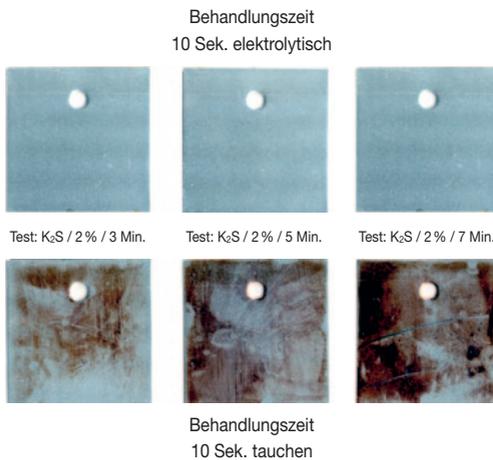


Abb. 1: Silberoberflächen mit Anlaufschutz: die elektrolytische Variante zeigt eine deutlich verbesserte  $K_2S$ -Beständigkeit

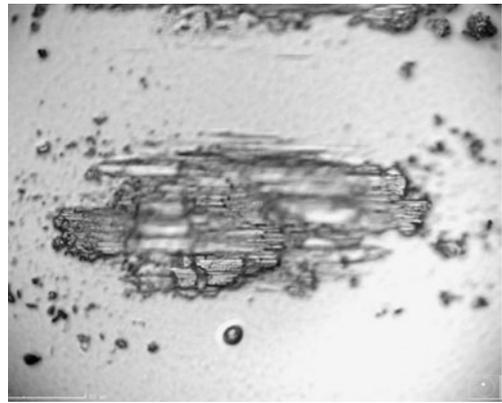
Die elektrolytische Unterstützung bietet also einen großen Vorteil: Das volle Schutzpotenzial steht schon nach sehr kurzen Kontaktzeiten zur Verfügung. Somit ist dieses Verfahren ideal für Bandanlagen mit hohen Durchlaufgeschwindigkeiten.

### Gleiteigenschaften und elektrische Eigenschaften

Im Rahmen der Versuchsreihen wurde auch das mechanische Verhalten elektronischer Bauteile untersucht. Zur Ermittlung der Reibkoeffizienten auf Steckkontakten wurden unbehandelte und nachbe-

schichtete Silberoberflächen mit einem Hartgoldniet als Gegenpartner geprüft. Die Messung erfolgte mit dem Universellen Nanomechanischen Tester (UNAT) von Zwick/Asmec bei einer Belastung von 50 mN über 500 Zyklen. Die verwendeten Materialproben waren identisch mit denen aus dem bereits erwähnten  $K_2S$ -Test.

Mit Umicore Sealing 691 auf der Silberoberfläche sank der Reibkoeffizient wesentlich. Er reduzierte sich um 95% (Abb. 2). Die Ergebnisse belegen, dass Anlaufschutzverfahren einen erheblichen Beitrag dazu leisten können, Gleiteigenschaften zu verbessern.



Silber-Reibspur  
Reibkoeffizient: 0,76



Silber-Reibspur mit  
Sealing 691  
Reibkoeffizient: 0,04

Abb. 2: Abriebtest mit einem UNAT-Nanoindenter. Zu sehen sind die Reibspuren ohne und mit Anlaufschutz

## Tauchzeit vs Kontaktübergangswiderstand bei Kontaktnormalkraft 10 cN

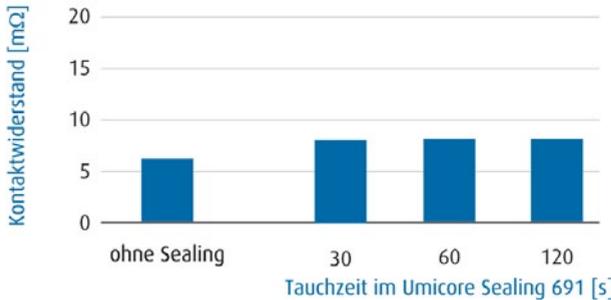


Abb. 3: Der Kontaktwiderstand bleibt stabil und zeigt keine Änderung durch die Anlaufschicht

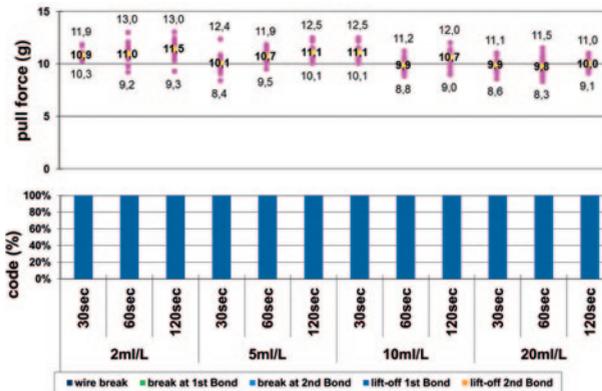


Abb. 4: Gute Bondbarkeit: der Golddraht-Bondtest zeigt deutlich höhere Abzugswerte als gefordert (lt. DSV 2611 min. Abzugswert 4 g)

### Elektrische Eigenschaften: Kontaktwiderstand bleibt unverändert

Eine grundlegende Anforderung ist, dass die elektrische Funktionalität, zum Beispiel eines Steckverbinders, durch eine Schutzschicht nicht verändert wird.

Daher wurde untersucht, wie die Anlaufschichtschichten – je nach Tauchzeit und Konzentration – den Kontaktwiderstand verändern.

Die Messung erfolgte mit dem Kontaktwiderstandsmessgerät Kowi 3001 (WSK-Messtechnik). Als maximal zulässiger Grenzwert wurde ein Kontaktwiderstand von 10 mΩ definiert. Sowohl das Referenzmuster als auch die passivierten Oberflächen mit unterschiedlichen Konzentrationen und Zeiten blieben alle deutlich unter diesem Grenzwert. Die Ausbil-

dung einer elektrischen Sperrschicht mit spürbarer Zunahme des Übergangswiderstands konnte nicht beobachtet werden (Abb. 3).

### Bondbarkeit: Muster erfüllen die Vorgaben

Bei den Golddraht-Bond-Abzugstests erfüllten alle Versuchsmuster die Zielvorgaben der DVS-Spezifikation 2611: Sie schreibt eine Mindestabzugskraft von 4 Gramm vor. Dies konnten alle Versuchsmuster bei allen Konzentrationsvariationen mit mehr als der doppelten Abzugskraft deutlich übertreffen (Abb. 4).

### Lötbarkeit: Der Anlaufschutz hat keinen Einfluss

Der Einfluss auf die Lötbarkeit wurde über Lötwaagen-Tests ermittelt. Hierbei stand vor allem die Zero-Cross-Time im Fokus. Sie belegt, dass alle passivierten Silberproben die Anforderungen der IEC-60068-2-58 erfüllen. Im Vergleich zu unbeschichteten Referenzproben zeigt sich keine Veränderung durch die Passivierungsschicht. Somit hat der Anlaufschutz keinen Einfluss (Abb. 5) und ist daher für Lötanwendungen bestens geeignet.

### Optische Eigenschaften und Korrosionsschutz

Neben den technischen wurden auch optische Eigenschaften wie Reflexion, GAM-Wert und Farbe eingehend geprüft. Dies sind besonders wichtige physikalische Größen für LED-Anwendungen.

Um den Einfluss der Anlaufschutzsysteme zu testen, wurden Werte im Wellenlängen-Bereich um 450 nm (Blue-Light) betrachtet. Die Messungen zeigen, dass die optischen Eigenschaften durch die Schutzschichten nicht beeinflusst werden. Ein Effekt war selbst bei sehr starker Belegung der Silberoberflächen nicht zu beobachten.

Im Verlauf der Untersuchungen wurden auch passivierte Hartgoldschichten in neutralem Salzsprühnebel (NSS-Test nach DIN-EN ISO 9227-NSS) geprüft. Um eine Reel-to-Reel-Beschichtung zu simulieren,

Tab. 1: Elektrolytcharakteristik „Sealing 691“

Elektrolyttyp	wässriges, metallfreies Tauchverfahren
ph-Wert	schwach sauer bis neutral
Temperatur	55 (30–60) °C
Tauchzeit	
Gestell/Trommel	30 (10–120) s
Durchlaufanlagen	5 (2–10) s
Anodenmaterial (für elektrolytische Anwendung)	MMO (Typ PLATINODE® 187 SO)

Tab. 2: Schichtcharakteristik „Sealing 691“

Farbe des Niederschlags	bleibt unbeeinflusst
Glanz	bleibt unbeeinflusst
Reibkoeffizient	wird herabgesetzt
Gleitfähigkeit	wird verbessert
Lötbarkeit	bleibt unbeeinflusst
Kontaktwiderstand	< 10 mΩ
Bondbarkeit	geschützte Teile bleiben bondbar

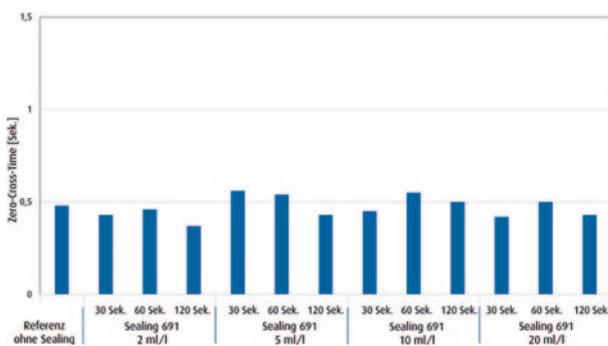


Abb. 5: Gute Lötbarkeit: Die Zero-Cross-Time im Lötwaagentest bleibt stabil unter einer Sekunde

wurde mit Kontaktzeiten von 10 Sekunden gearbeitet. Insbesondere die Tests mit Hartgold-Schichten (0,08 µm) lieferten überzeugende Ergebnisse: Unbehandelte Referenzproben fielen nach 48 Stunden mit sehr starken Korrosionserscheinungen aus, während die passivierten Proben Prüfzeiten von 72 Stunden überstanden. Im direkten Vergleich Proben zeigten die nachbehandelten Prüflinge eine deutlich verbesserte Schutzwirkung und Beständigkeit im NSS-Test.

### Zusammenfassung

Die neue Generation von Umicore-Anlaufschutzprozessen bietet dem Anwender ein hohes Maß an Korrosionsbeständigkeit – auch im direkten Vergleich zu bestehenden Verfahren auf dem Markt. Die Ergebnisse zeigen, dass die elektrischen Eigenschaften der Funktionsoberflächen unbeeinflusst bleiben und sich zusätzlich mechanischen Eigenschaften, wie zum Beispiel das Gleitverhalten, deutlich verbessern lassen. Vorteile bringen die neuen Anlaufschutzprozesse in der Durchlaufbeschichtung. Das Produkt Umicore Sealing 691 wurde speziell für solche Anwendungen mit sehr kurzen Kontaktzeiten entwickelt und optimiert. Es kann im Tauchverfahren aufgebracht werden, aber insbesondere bei der elektrolytischen Abscheidung mit extrem kurzen Kontaktzeiten demonstriert es eine hervorragende Schutzwirkung. Das Produkt enthält keine Additive wie FCKW, CKW, KW und Chrom. Es wird in einem wässrigen System verwendet und ist komplett frei von Lösungsmitteln (Tab. 1 und 2).

Lesen Sie die

# Galvanotechnik

Älteste Fachzeitschrift für die Praxis der Oberflächenbehandlung

im Abonnement –  
[www.leuze-verlag.de](http://www.leuze-verlag.de)