

Viele Fehler werden schon im Vorfeld des Galvanisierens von prothetischen Arbeiten gemacht:

## Das Auftragen von Silberleitlack – „Eine haarige Sache“

Trotz vorschriftsmäßiger Verarbeitung kommt es immer wieder zu nicht erklärbaren Fehlern bei galvanisierten Arbeiten: kleine Löcher in der Goldfläche (Schrotflinteneffekt), unregelmäßige Goldabscheidung, unterschiedliche Goldschichtstärken, bräunliche Verfärbungen sowie Passungsverluste bei Doppelkronen und Implantatstümpfen oder nach dem Aufbringen von Keramik. Vor dem Galvanisieren werden die unterschiedlichen Werkstoffe wie Gips, Kunststoff, Titan, Gold und Nichtedelmetalle mit einem Pinsel und Silberlack „leitfähig“ beschichtet. Hierzu werden unterschiedlich aufgebaute Silberlacke und Pinsel durch die verschiedenen Anbieter empfohlen. Die Ausführung dieser Technik trägt maßgeblich zur Qualität des zu galvanisierenden Gegenstands bei und birgt demzufolge ein erhebliches Fehlerpotenzial.

Spezielle rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen der Firma Heraeus zu diesem Thema bestätigten mögliche Fehlerquellen:

- ungleichmäßiger Schichtauftrag
- zu dicke Schichten
- Unterbrechungen der Leitschicht
- Galvanisierfehler

### Pinsel und Auftragtechnik

Erste Fehlerquellen können in der Pinselauswahl und der vom Zahntechniker angewendeten Auftragtechnik liegen. Um dieses Problem zu analysieren, tes-

teten wir alle zur Zeit im Galvanobereich angebotenen Pinsel. Die Pinsel wurden im Neuzustand mit dem gleichen Lack (*Galvano 50* von Eurodenta, Obernburg a. M.) getestet. Überprüft wurden Pinsel der Firmen Gramm, Hafner, Heraeus, Schütz und Wieland. Dazu wurden standardisierte Objektträger beschichtet und vergoldet, galvanisiert wurde im *AGC Micro* der Firma Wieland und dem dazugehörigem *AGC Gold- und Glanzmittel* auf Stufe II nach Anweisung. Danach wurden die Objektträger mikroskopisch dokumen-

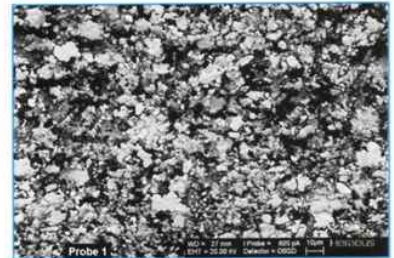


Abb. 1: Silberpigmentkörnchen

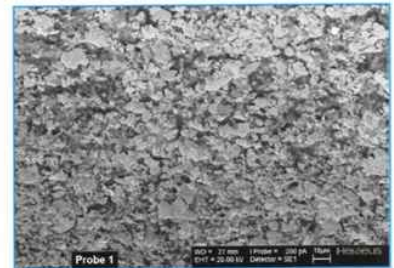


Abb. 2: Silberpigmentplättchen

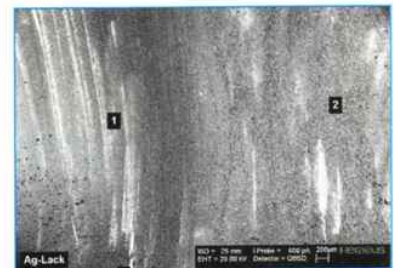


Abb. 3: Pinselauftrag im direkten Vergleich – Körnchen (1) und Plättchen (2)

|                | Pinselform | Zeichnungsgenauigkeit | Auftragsvolumen | Pinselstandfestigkeit |
|----------------|------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| <b>Gramm</b>   | ★          | ★                     | ★               | ★                     |
| <b>Hafner</b>  | ★★★★       | ★★★★★                 | ★★★★            | ★★★★★                 |
| <b>Heraeus</b> | ★          | ★                     | ★               | ★                     |
| <b>Schütz</b>  | ★★★★       | ★★                    | ★★★★            | ★★★★                  |
| <b>Wieland</b> | ★★★★★      | ★★★★                  | ★★              | ★★★★★                 |

Bewertung: ★★★★★ = gut, ★ = schlecht

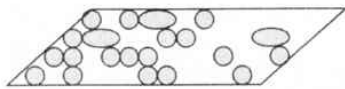


Abb. 19: Pigmentkörnerchen



Abb. 20: Pigmentplättchen

tiert und die jeweiligen Rautiefen mit einem Perthometer bei der Firma AMI Doduco vermessen. Um die Ergebnisse zu vervollständigen, wurden in die Untersuchung Objektträger einbezogen, die im Airbrush-Verfahren der Firma Hafner und im *Galvano Silverbrush* Verfahren der Firma Eurodenta beschichtet wurden.

Die einzelnen Pinsel wurden auf Pinselform, Zeichnungsgenauigkeit, Aufnahmevermögen und Standfestigkeit getestet. Teilweise kam es schon hier zu großen Qualitätsunterschieden (siehe Tabelle, Seite 14). Entscheidend für das Ergebnis bleibt beim Arbeiten mit einem Pinsel jedoch die Arbeitsweise, das „Händchen“ des Anwenders, unabhängig vom Werkzeug. Wird beim Auftrag zu fest aufgedrückt oder zu viel Lack aufgebracht, wirkt sich dies maßgeblich



#### ZTM Andreas Tomada

Jahrgang 1966, 1983 bis 1987 Lehre mit Gesellenprüfung, Qualifizierungen: Vita Master Workshop Keramik, Empress- und Galvanofortbildungen, Aufstellungskurse nach Gerber, 1997 Zahntechnikmeisterprüfung, seit 1997 Betriebsleiter beim Labor Tomada GmbH & Co. KG in Höchst/Odenwald

auf die Beschichtung aus. Pigmentplättchen lassen sich dabei besser verarbeiten als Pigmentkörnerchen. Silberpigmentplättchen erzeugen im Lack eine homogenere und somit leitfähigere Schicht als Pigmentkörnerchen (**Abb. 1 bis 3, Seite 14**).

Zwar sind die Körnerchen in der Regel gleichmäßiger (Durchmesser von 3 bis 5 µm), doch werden sie auf einer Fläche je nach Pinseldruck und Faserhärte hin und her geschoben. So entstehen Flächen mit Lücken und mäßiger Leitfähigkeit (**Abb. 19**). Verwendet man Lacke mit Plättchen, schwächen sich diese Fehler erheblich ab. Plättchen sind zwar erheblich größer als Körnerchen (8 bis 10 µm, Länge mal Breite), in der Höhe jedoch kaum messbar. So entsteht ein Ziegeleffekt, wenn sich einzelne Pigmente überlappen, welcher die Leitfähigkeit des Silbers gewährleistet (**Abb. 20**). Man sollte also darauf achten, Silberlacke zu verwenden, deren Pigmente nicht aus Körnerchen, sondern aus Plättchen (Flakes) bestehen.

#### Silberanteil im Lack

Ebenso wichtig ist es, darauf zu achten, dass der Silberanteil des verwendeten Lacks mindestens 40 bis 50 Prozent (Hafner und Eurodenta) beträgt. Lacke aus der Elektronik beziehungsweise Industrie sollten nicht verwendet werden. Ihr Silberanteil – zwischen 30 und 35 Prozent – ist zu gering. Ein zu niedriger Silberanteil ist ebenso schädlich wie ein schlechter Pinsel, da sich bei möglicher Verdünnung der Reinsilberanteil noch einmal verringert. Zusätzlich sollte man auf peinliche Sauberkeit beim Lackauftrag achten. Fett- und Staubteilchen, Pinselhaare, Kunststoff, Gips- und Silikonreste wirken extrem störend und schädigen die Leitfähigkeit des Lacks. Ebenso können sich diese Stoffe äußerst negativ auf das Goldbad auswirken. Im schlechtesten Fall wird es unbrauchbar, oder das Galvanisierergebnis zeigt nicht die gewünschte Qualität und Präzision.

#### Prinzipielles bei Verwendung von Pinsellack

Prinzipiell sollten alle Lacke vor der Anwendung gut aufgeschüttelt werden. Verschlüsse und Flaschenhalse müssen

unbedingt nach jeder Anwendung gereinigt und verschlossen werden. Es dürfen keine Fremdstoffe in den Lack gelangen. Außerdem gilt: Pinsel nie mit zu scharfen Lösungsmitteln reinigen. Keine Pinsel mit Kunsthaar verwenden. Lackierte Pinselschäfte nie mit Reinigungsmittel in Berührung bringen, denn Lackteile können in das Silber gelangen. Absolute Sauberkeit ist ein Muss.

Die Auswertung der **Abbildungen 4 bis 18** und der ermittelten Messwerte ergaben, dass Pinsel und Auftragtechnik maßgeblich die Qualität des Silberauftrags bestimmen. Beides wirkt sich qualitativ auf die Goldabscheidung aus.

Als Alternativen erwiesen sich das Hafner Airbrush- und das Eurodenta *Galvano Silverbrush*-Verfahren (leitfähiges Silber aus der Dose). Hier wird Silberlack fast hundertprozentig gleichmäßig und sehr dünn auf Objekte aufgebracht.



Abb. 21: Kronen – links gepinselt, rechts gesprüht



Abb. 22: Krone innen mit Fehlstellen



Abb. 23: Krone innen gesprüht

# Details der Auftragsflächen im Vergleich

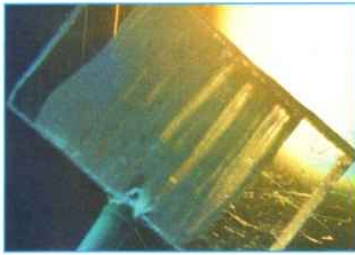


Abb. 4: Rautiefe 4 bis 6  $\mu\text{m}$ ,  
Schichtstärke 0 bis 10  $\mu\text{m}$

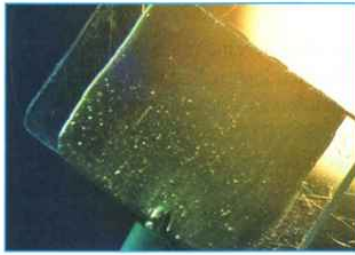


Abb. 5: Rautiefe 7 bis 15  $\mu\text{m}$



Abb. 6: Schichtstärke 185  $\mu\text{m}$

**Gramm**

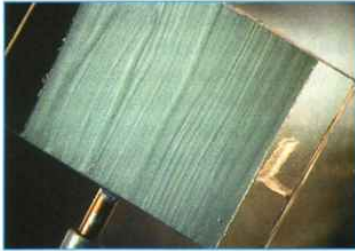


Abb. 7: Rautiefe 2 bis 3  $\mu\text{m}$ ,  
Schichtstärke 0 bis 10  $\mu\text{m}$

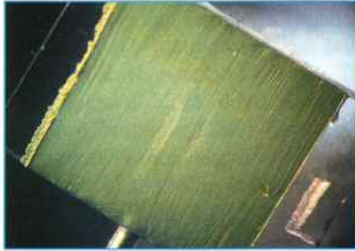


Abb. 8: Rautiefe 3 bis 5  $\mu\text{m}$



Abb. 9: Schichtstärke 30  $\mu\text{m}$

**Hafner**



Abb. 10: Rautiefe 4 bis 7  $\mu\text{m}$ ,  
Schichtstärke 0 bis 10  $\mu\text{m}$

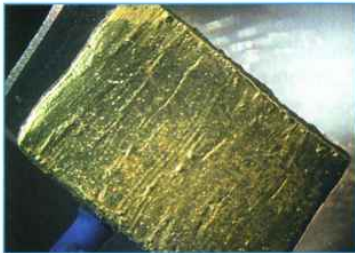


Abb. 11: Rautiefe 10 bis 20  $\mu\text{m}$



Abb. 12: Schichtstärke 175  $\mu\text{m}$

**Heraeus**

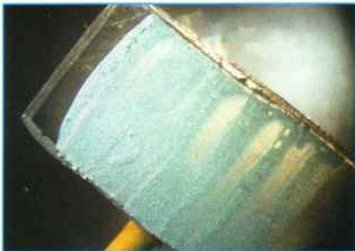


Abb. 13: Rautiefe 4 bis 7  $\mu\text{m}$ ,  
Schichtstärke 0 bis 10  $\mu\text{m}$

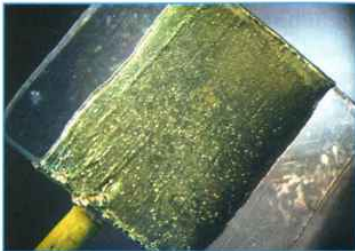


Abb. 14: Rautiefe 10 bis 20  $\mu\text{m}$



Abb. 15: Schichtstärke 185  $\mu\text{m}$

**Schütz**



Abb. 16: Rautiefe 2 bis 4  $\mu\text{m}$ ,  
Schichtstärke 0 bis 5  $\mu\text{m}$



Abb. 17: Rautiefe 5 bis 7  $\mu\text{m}$



Abb. 18: Schichtstärke 240  $\mu\text{m}$

**Wieland**

Der Vorteil liegt auf der Hand: Gleichmäßig dünne Schichten ergeben auch gleichmäßige Abscheidungsergebnisse. Speziell die Innenwände der Arbeiten sind besonders glatt und bieten eine optimale Passung, die ein Pinsel nicht erreicht (Abb. 21 bis 23).

Vorausgesetzt, man arbeitet im Airbrush-Verfahren streng nach Anweisung, vermeidet Verunreinigungen des

### Details der Airbrushflächen Hafner Airbrush-Verfahren



Abb. 24: Rautiefe 2 bis 3  $\mu\text{m}$



Abb. 25: Schichtstärke 3 bis 4  $\mu\text{m}$



Abb. 26: Rautiefe 2 bis 3  $\mu\text{m}$



Abb. 27: Schichtstärke 35  $\mu\text{m}$

Lacks und der Arbeitsgeräte, beschichtet man immer in gleicher Silberkonzentration und Qualität. Noch sicherer ist das Silverbrush-Verfahren aus der Dose: Der Lack bleibt immer im optimalem Mischungsverhältnis. Durch das geschlossene Sprühsystem treten keine Verunreinigungen auf. Verluste durch das relativ „gestreute“ Sprühen halten sich im herkömmlichen Airbrush-Verfahren und beim Sprühen aus der Dose in Grenzen. Generell wird weniger leitfähiges Silber für eine Fläche benötigt. Für eine Fläche von ungefähr 100  $\text{cm}^2$  sind es in der herkömmlichen Pinseltechnik etwa 5 Gramm Lack, bei Einsatz der Sprühtechnik reicht die gleiche Menge für eine Fläche von zirka 1.000  $\text{cm}^2$ . Als einziges Manko könnte man anführen, dass beim Sprühverfahren Präparations- und Abschlusskanten abgedeckt werden müssen. Dies lässt sich jedoch relativ einfach bewerkstelligen, wenn man LC-Lack oder fettfreies Knetmaterial (aus dem Spielzeughandel) benutzt. Nach einer gewissen Übungsphase erzielt man mit dieser Technik das bessere Ergebnis.

Wirtschaftlich interessant sind die Airbrush-Techniken allerdings erst bei einer größeren Menge an zu galvanisierenden Objekten. Das gegenüber dem Hafner-Verfahren günstigere Dosesprüh-Verfahren bietet einen guten Kompromiss, obwohl man kleine qualitative Abstriche machen muss.

Als Fazit gilt: Will man in der Pinseltechnik Teile mit Silber beschichten, ist die Auswahl des Lacks und des Pinsels maßgeblich für die Qualität. Man sollte Lacke mit Pigmentplättchen verwenden und Pinsel in den Stärken 2 oder 3 einsetzen. Sie sollten ein nicht zu festes Naturhaar mit großem Aufnahmevermögen haben. Das Werkzeug sollte bei Bedarf auf die eigenen Bedürfnisse zurechtgeschnitten werden können. Als „sehr gut“ beurteilten wir den Pinsel 24 Pure Squirrel Nr. 0250 (Firma Kolibri), der außer Konkurrenz getestet wurde. Airbrush-Verfahren erleichtern die Verarbeitung und bieten zudem Qualitätsvorteile. Nach einer ersten Übungsphase, was die Vorbereitung der Teile und das Sprühen betrifft, erreicht man sehr gute Ergebnisse.

Unser Dank gilt allen Firmen, die uns mit Materialien und technischem Know-how unterstützt haben, besonders den Firmen Heraeus und AMI Doduco, deren Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen beziehungsweise Perthometermessungen maßgeblich zur Ergebnisfindung dieser Untersuchungen beitrugen.

ZTM Andreas Tomada, Höchst

### Details der Airbrushflächen Eurodenta Galvano Silver Brush



Abb. 28: Rautiefe 5 bis 7  $\mu\text{m}$

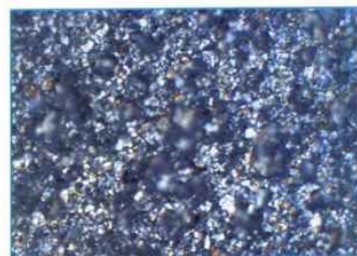


Abb. 29: Schichtstärke 5 bis 7  $\mu\text{m}$

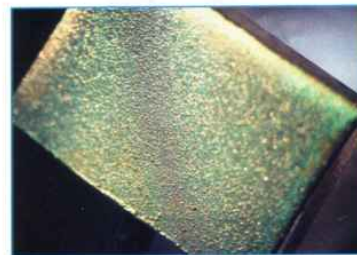


Abb. 30: Rautiefe 3 bis 5  $\mu\text{m}$



Abb. 31: Schichtstärke 150  $\mu\text{m}$