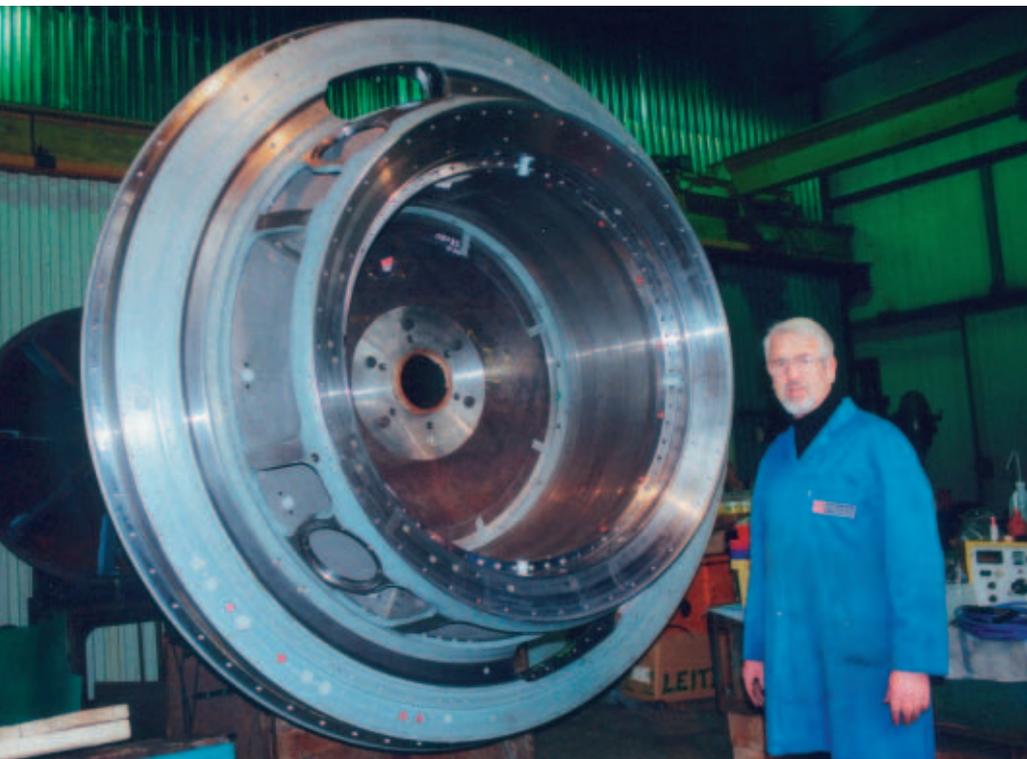


# Tamponverzinken komplexer Oberflächen

## Präzise Beschichtung für die Weltraumtechnik

Für die Oberflächenveredelung sehr großer oder komplexer Bauteile stehen nicht immer geeignete galvanische Bäder zur Verfügung. Für das Beschichten derartiger Teile bietet das Tampongalvanisieren eine praktikable Alternative.



Das Tampongalvanisieren ist schon seit einigen Jahren als Verfahren für den partiellen Metallauftrag auf verschiedenartigste Oberflächen bekannt. Anwendungsfälle sind Maßkorrekturen an Maschinenbauteilen oder Reparaturen an Druckzylindern, Kalanderswalzen oder Kolbenstangen.

Auch Oberflächenveredelungen sowohl für technische als auch für dekorative Zwecke, wie Vernickeln, Verzinken, Versilbern oder Vergolden, werden seit

vielen Jahren durch Tampongalvanisieren durchgeführt. Das Beispiel „Inner Cradle“ für das Projekt SOFIA zeigt, dass dieses Verfahren auch für große, komplexe Bauteile sehr gut geeignet ist.

### Projekt SOFIA

Das Inner Cradle ist der hochkomplexe innere Ring des kardanischn aufgehängten Teleskops des Projekts SOFIA (Stratosphären-Observatorium für Infrarot-

Astronomie). SOFIA ist eine Kooperation der NASA und der DLR zur Vermessung der Infrarotstrahlung (IR-Strahlung) aus dem Weltraum im Wellenlängenbereich 0,3  $\mu\text{m}$  bis 1 600  $\mu\text{m}$ . Die Aufnahme der Infrarot-Strahlung erfolgt von einer umgebauten Boeing 747, die zu einem fliegenden Observatorium ausgebaut wurde. Dazu wurde in den hinteren Teil des Flugzeugs ein Infrarot-Teleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 2,7 Metern eingebaut. Zur Messung wird dieses Teleskop durch eine etwa vier Quadratmeter große Öffnung im Flugzeugrumpf auf den zu beobachtenden Himmelsausschnitt gerichtet. Während dieser Messung bewegt sich die Boeing 747 im unteren Teil der Stratosphäre in einer Höhe von zirka 13 000 Metern mit einer Geschwindigkeit von etwa 675 km/h. Die Beobachtungszeit in dieser Höhe beträgt sechs Stunden und mehr.

Das Inner Cradle dieses fliegenden Observatoriums wurde – wie auch das Outer Cradle (mo 1/2002) – als Teil des Spiegel tragenden Goniometers von MAN Technologie entwickelt und konstruiert und bei MCE/VOEST Alpine in Österreich gebaut. Dieses Goniometer ermöglicht eine erschütterungsfreie Ausrichtung des Zerodur-Teleskopspiegels im Flugzeug mit einer Genauigkeit von 0,8 Bogen Sekunden.

### Tampongalvanisieren

Die aufwendige Schweißkonstruktion des Inner Cradle wurde aus Feinkornstahl gefertigt. Um bei den hohen Temperaturschwankungen von minus 60° C bis plus 40° C und dem dabei entstehenden Kondenswasser eine Oxidation der Bauteile zu verhindern, mussten die Teile vernickelt oder verzinkt werden. Beim Inner Cradle und den Bearing-Ringen (Lagering) entschied sich die MAN Technologie nach Vorversuchen, diese Bauteile durch das Tampongalvanisierverfahren von Baltrusch & Mütsch beschichten zu lassen.

Die Entscheidung zugunsten des Tampongalvanisierens wurde aus mehreren Gründen getroffen:

- Komplexe Oberflächen werden prozesssicher beschichtet,
- vor-Ort-Bearbeitung des Bauteils,
- sehr enge Toleranzen bezüglich der Schichtdicke,
- Bohrungen und Sacklöcher werden zuverlässig beschichtet,

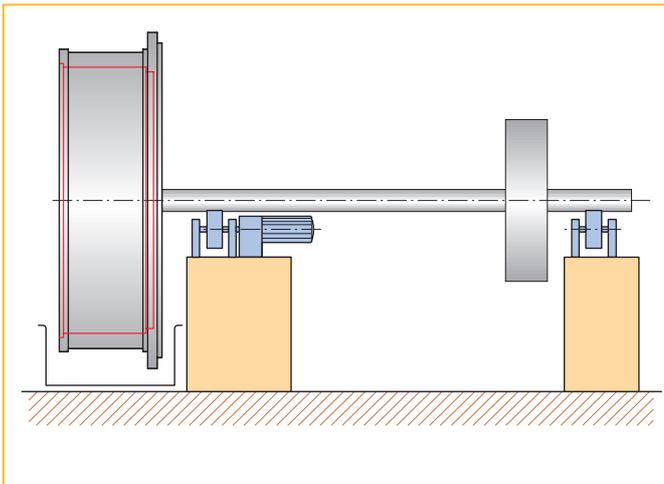


Bild 1. Schematische Darstellung des rollengelagerten, rotierenden Aufbaus des Inner Cradle zur Beschichtung



Bild 2. Gleichförmige Rotation des Bauteils. Der Elektrolyt wird durch die Anode gepumpt und fließt durch die Auffangwanne zurück

- keine Ablaufspuren des Elektrolyten am Bauteil,
- wenig peripherer Geräte- und Handhabungsaufwand sowie
- gezielter und somit minimaler Verbrauch des Elektrolyten.

### Rotierende Beschichtung

Wichtig für eine erfolgreiche Beschichtung war es, das Bauteil bei einer konstanten Geschwindigkeit rotieren zu lassen, um einen möglichst gleichmäßigen

Schichtaufbau zu erzielen. Das Inner Cradle wurde dafür auf ein zirka fünf Meter langes Rohr aufgeflanscht, an dessen anderem Ende sich ein Gegengewicht zum Ausbalancieren befand. Die gesamte Einheit wurde auf Rollen gela-

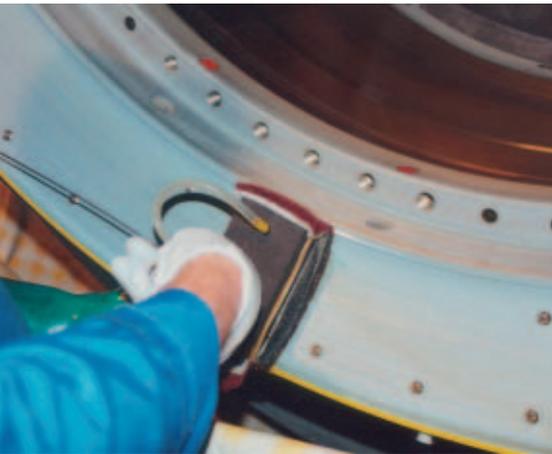


Bild 3. Formanode mit Umfütterung und Elektrolytzufuhr



Bild 4. Tamponverzinken der Seitenflächen eines Fensters des Inner Cradle

gert und durch einen Elektromotor angetrieben. Die Rotationsgeschwindigkeit lag bei 6 U/min. Unterhalb des Inner Cradle sorgte eine Auffangwanne dafür, dass überschüssige Elektrolytflüssigkeit wieder in den geschlossenen Kreislauf zurückgeführt wurde.

### Prozess

Sobald eine gleichförmig rotierende Bewegung des Bauteils gesichert war, konnte mit dem Beschichten begonnen werden. Zum Bearbeiten wurden unterschiedliche – auf das Verfahren optimierte – Anoden hergestellt: Für die jeweiligen Flächen fertigte das Unternehmen

passende Formanoden; die Aktivierung und das elektrochemische Entfetten wurde mit Grafitanoden durchgeführt. Die Nickel- und Zinkschichten wurden mit einer Anode aus platinisiertem Titan-Streckmetall mit Kunststoffkern aufgetragen. Die Formanoden umhüllte man mit einem saugfähigen Filz und einer dünnen Lage Schleifvlies.

Alle Anoden erhielten Bohrungen, um eine gleichmäßige Elektrolytzufuhr an die Oberfläche zu garantieren. Die nicht zu beschichtenden Flächen deckten die Mitarbeiter mit Galvanikklebeband ab.

In einem geschlossenen Kreislauf wurde der Elektrolyt mit einer Schlauchpumpe durch die Anoden auf die zu beschichtende Fläche aufgebracht und floss anschließend wieder in die Auffangwanne zurück. Diverse Bohrungen beschichtete man mit rotierenden Stab-anoden, einzelne Fenster wurden rein manuell behandelt.

Zuerst erfolgte ein gründliches elektrochemisches Entfetten, anschließend waren drei Vorstufen notwendig, bevor mit dem eigentlichen Verzinken beziehungsweise Vernickeln der Flächen begonnen werden konnte. Die elektrolytische Reinigung geschah mit einem alkalischen Vorbereitungselektrolyten (Elektroreiner) bei einer Spannung von 8 Volt. Anschließend wurden die Teile mit Wasser gespült.

Als Aktivierung des Feinkornstahls wurde die Oberfläche erst bei umgepolter Spannung (Pluspol am Werkstück) mit einer stark sauren Aktivierlösung (Aktivator II) behandelt. Dieses Anätzen der Oberfläche führte zu einem leichten graumilchigen bis dunklen Oberflächenbelag, der anschließend mit einer Aktivierlösung (Aktivator III) entfernt wurde. Als letzte Aktivierungsstufe wurde mit einem schwefelsauren Aktivator I die Oberfläche in normaler Polung für den Verzinkvorgang aktiviert. Nach nochmaligem Spülen konnte anschließend mit dem Verzinken begonnen werden.

Für die überwiegende Anzahl der Flächen verwendete man einen leicht sauren Zink-Elektrolyt. Dieser Elektrolyt baute sehr schnell auf (bei einer Anodenabdeckung von 1/3 zirka 8 µm pro Minute) und führte zu einer sehr feinkörnigen Schicht. Der Säuregehalt nahm im Laufe der Zeit derart zu, dass die Zinkschicht bereits verzinkter Flächen angegriffen wurde. An den Flächen, an denen ein erneuter Kontakt mit dem sauren Elektro-

lyten nicht zu verhindern war, wurde ein alkalischer Zinkelektrolyt verwendet.

Nach dem Verzinken bestand die Möglichkeit, durch Chromatieren die Oberfläche zusätzlich zu schützen, um ein Anlaufen der Oberfläche zu verhindern. Im Fall des Inner Cradle war dies jedoch nicht vorgesehen.

### Prozesskontrolle

Die Schichtdicke wurde während des Prozesses über einen Amperestunden-Zähler am Netzgerät kontrolliert. War die erforderliche Amperestunden-Zahl erreicht, bestimmten die Mitarbeiter mit einem Schichtdickenmessgerät (Magnetinduktives Verfahren zur Messung nicht magnetischer Schichten auf Stahl, DIN EN ISO 2178) die Stärke der Zinkschicht. Sollte die erforderliche Schicht nicht erreicht worden sein, konnte man ohne nochmaliges Aktivieren mit dem Zink-Elektrolyt fortfahren.

Die Vorgabe für dieses Projekt lag bei 20 µm ± 5 µm. Diese Maße und Toleranzen wurden mit dem Verfahren eingehalten. Die Abnahme des beschichteten Bauteils erfolgte durch den Auftraggeber MAN Technologie ohne Beanstandungen. Zum Erfolg dieses Verfahrens trug auch die kurze Bearbeitungszeit von drei Wochen bei, in denen der gesamte Aufbau der Vorrichtungen und die Beschichtung durchgeführt wurden.

### Kontakt

Baltrusch & Mütsch GmbH & Co.KG  
74670 Forchtenberg  
Tel. 0 79 47 / 910 10  
Fax 0 79 47 / 71 69  
www.bamue.de

### Fazit

Das Verfahren des Tampongalvanisierens hat sich in der Vergangenheit besonders für den mobilen Vor-Ort-Einsatz zur Behebung von Oberflächenschäden und zur Bearbeitung von kleinen, diffizilen Flächen bewährt. Das hier dargestellte Beispiel des Inner Cradle zeigt, dass diese Technik auch für die Beschichtung sehr großer Teile eine Alternative darstellt.

*Ursula Baltrusch-Schumacher, Forchtenberg*