

Gesamtkosten im Vergleich

Rechnen sich platiniertere Anoden in der Hartverchromung?

Bei Hartverchromungsprozessen bieten platiniertere Anoden gegenüber den weit verbreiteten Bleianoden vielfältige Vorteile. Sie bilden die Grundlage für umweltschonende, aber auch qualitäts- und kostenoptimierte Prozesse. Entscheidend ist dabei die Betrachtung der Gesamtkosten konventioneller Blei- und Platin-Titan-Anoden.

Bleianoden sind in der Hartverchromung nach wie vor weit verbreitet. Befürworter verwenden vor allem ein Argument: Sie sind kostengünstig. Das gilt aber nur für die Investitionsphase. Denn schon nach kurzer Zeit zeigen sich verschiedene, gravierende Nachteile.

So verformen sich Bleianoden im Elektrolyt. Die homogene Verteilung des abgeschiedenen Metalls auf dem Bauteil ist eingeschränkt. Die Schichtdicken schwanken, das überschüssige Chrom muss nachträglich entfernt wer-

den und somit werden mehr Ressourcen verbraucht als notwendig.

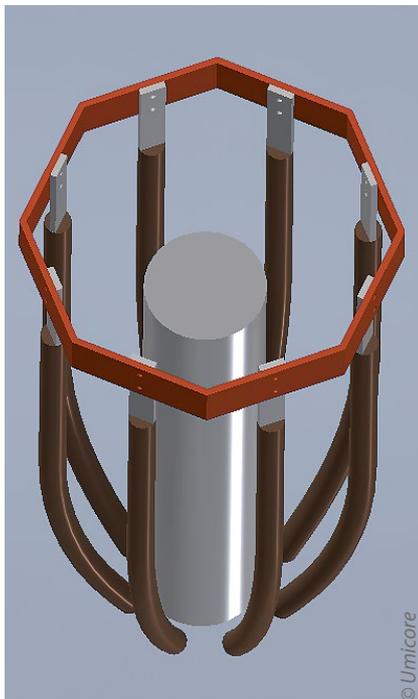
Die Nachbearbeitung, der Wartungsaufwand und vor allem der Produktionsstillstand sind teuer: Es bildet sich an den Anoden zudem Bleichromschlamm, der gesundheitsschädlich ist. Die Kosten für den Produktionsstillstand und die Entsorgungsgebühren sind deutlich erhöht. Eine Alternative können daher dimensionsstabile Anoden mit einer Platinoberfläche auf Titan oder Niob sein. Technisch bieten sie viele Vorzüge. Dazu zählen unter anderem:

- Prozesse mit dimensionsstabilen Anoden sind fast vollständig bleifrei und daher deutlich umweltschonender.
- Produktionsstillstand und Austausch Aufwand wie bei Bleisystemen fallen ersatzlos weg.
- Pt/Ti- und Pt/Nb-Anoden verändern während ihrer Lebensdauer nicht ihre Form.
- Die Schichtdicken auf den kathodischen Bauteilen sind daher sehr gleichmäßig. Mechanisches Nacharbeiten wird überflüssig.
- Zudem ist der Energieaufwand deutlich niedriger. In der Langzeitbetrachtung führt die Spannungsdifferenz (bei Pt/Ti-Anoden $\Delta = \text{circa minus } 1 \text{ V}$) zu einem beträchtlichen Kostenvorteil.
- Bauteile wie Stromzuführungsträger und Rahmenkonstruktionen aus CuTi können mehrmals wiederverwendet werden.
- Gutschriften für das Restplatin bei der Wiederbeschichtung sen-

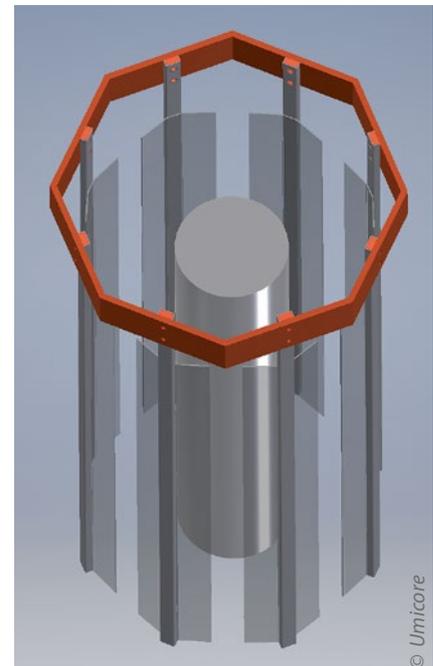
ken den ursprünglichen Edelmetallaufwand.

Höhere Durchsatzraten

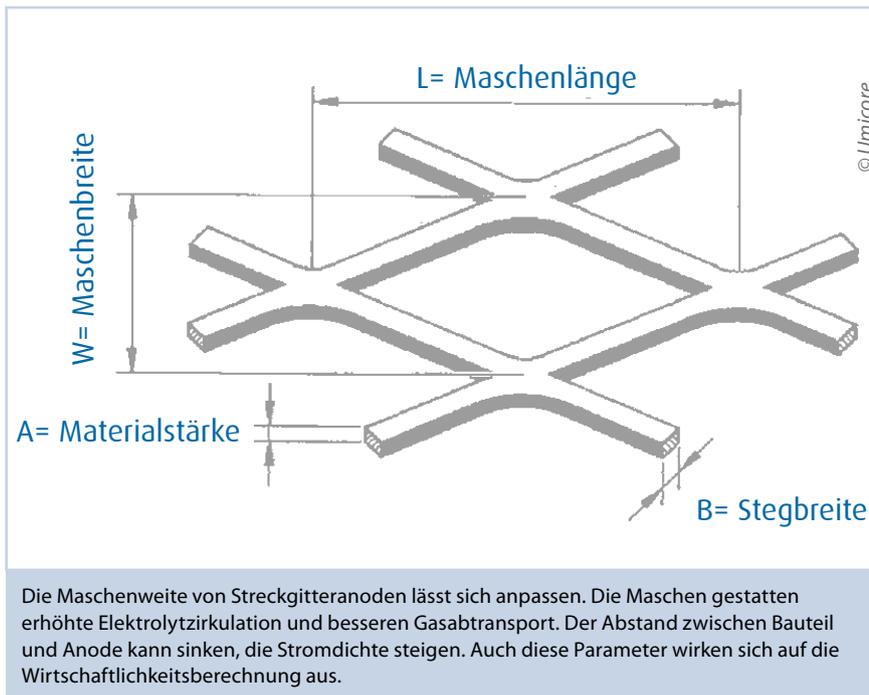
Werden die Anoden optimal an die Bauform der zu beschichtenden Teile angepasst, erlaubt dies höhere Durchsatzraten. Das wird auch durch die typische Maschengitterkonstruktion der Pt/Ti- und Pt/Nb-Anoden gefördert: Sie haben keine geschlossene Oberfläche, sondern sind Streckgitter mit variabler Maschenweite. Das führt zu einer guten Stromverteilung – das elektri-



Bleianoden verformen sich meist schnell im Elektrolyt



Mit Hochtemperaturolektrolyse beschichtete Platin-Titan-Anoden sind dimensionsstabil. Sie bewahren über einen langen Zeitraum ihre Form.



sche Feld wirkt in und um die Maschen herum.

Hochtemperaturelektrolyse als Spezialprozess

Der Auftrag der Platinschicht auf die Anoden aus dem Grundsubstrat Titan oder Niob erfolgt im besten Fall elektrochemisch in einer Salzschnmelze durch Hochtemperaturelektrolyse (HTE). Mit dem HTE-Verfahren platierte Anoden sind Produkte, die in wässrigen Elektrolyten beschichtet wurden, deutlich überlegen: Die Reinheit der Salzschnmelz-Platinschicht beträgt mindestens 99,9 Prozent und ist damit wesentlich höher als die Reinheit von Platinschichten, die aus wässrigen Lösungen abgeschieden wurden. Auch Duktilität, Haftfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit sind deutlich verbessert, die inneren Spannungen minimal.

In der Langzeitbetrachtung kostengünstiger

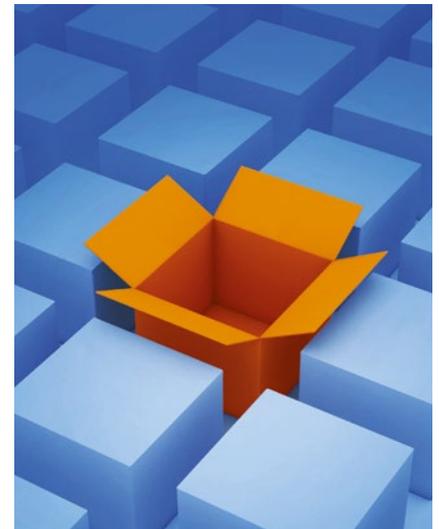
Wer zudem bei der Konstruktion einige wichtige Empfehlungen beachtet, erhält mit Pt/Ti- oder Pt/Nb-Modellen eine optimal ausgelegte Anode für die Hartverchromung. Deutlich macht dies eine sehr detaillierte Gesamtkostenbetrachtung konventioneller Blei- und Platin-Titan-Anoden.

Beispielrechnung: Blei- vs. Pt/Ti-Anoden

Verglichen wurden dazu acht Blei-Legierungsanoden aus $PbSn_7$ mit einer Länge von 1700 mm und einem Durchmesser von 40 mm für die Verchromung eines zylindrischen Bauteils mit entsprechend dimensionierten Pt/Ti-Anoden.

Die Herstellungskosten für die acht Bleianoden liegen bei rund 1400 Euro – das ist auf den ersten Blick günstig. Der Investitionsaufwand für entsprechende Pt/Ti-Anoden ist deutlich höher, sie kosten in der Erstsanschaffung gut 6400 Euro. Vor allem die Platinbeschichtung schlägt zu Buche. Die reinen Edelmetallkosten machen alleine etwa knapp 40 Prozent aus. Die Platinschicht von 2,5 μm erfordert 11,3 Gramm des Edelmetalls für jede der acht Anoden. Bei einem Preis von 27,65 Euro/Gramm (Stand: 28.01.2016) ergibt dies 2500 Euro. Obwohl die Entscheidung auf den ersten Blick eindeutig für die Bleianoden zu sprechen scheint, zeigt die langfristige Rechnung ein anderes Ergebnis.

Schon nach zwei Jahren liegen die Gesamtkosten für Bleianoden bereits höher als die von Pt/Ti-Modellen: In dem konservativ ausgerichteten Berechnungsbeispiel wird von einer typischen Anwendungsstromdichte von 40 A/dm^2



SpringerOpen

Open Access
publizieren – in
Zeitschriften und
Büchern aller
Fachbereiche

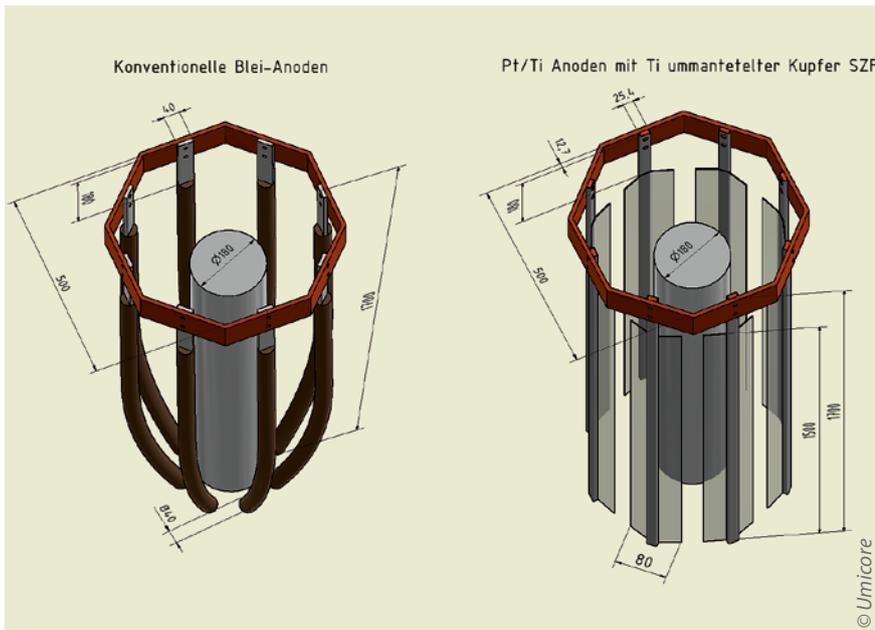
- Alle Publikationen sind online kostenlos für jeden sofort frei zugänglich
- Hohe Qualitätsstandards in Bezug auf Peer Review, Produktion und Autoren-Services
- Das Copyright bleibt bei den Autoren
- Einfache Auffindbarkeit und hohe Sichtbarkeit von Forschungsergebnissen

Open
Access



springeropen.com

A19898



Die detaillierte Vergleichsrechnung zwischen Blei- und Pt/Ti-Anoden basiert auf einem typischen Anwendungsbeispiel aus der Hartverchromung mit den im Bild beschriebenen konstruktiven Eckdaten

ausgegangen. In das Ergebnis fließt deshalb ein Strom von 6720 Ampere bei der gegebenen Anodenfläche von 168 dm² während einer Betriebszeit von insgesamt 6700 Stunden in drei Jahren ein. Das entspricht 10 Stunden Nettobetriebszeit an circa 220 Arbeitstagen pro Jahr. Die Platinschicht reduziert sich langsam. Im Rechenbeispiel wurde dies mit einem homogenen Abtrag von 2,0 Gramm pro

1 Mio. Ah berücksichtigt. Der Kostenvorteil der Pt/Ti- gegenüber Bleianoden hat mehrere Gründe: Am stärksten wirkt sich der reduzierte Stromverbrauch (minus 14800 kWh/Jahr bei einem Preis von 0,14 Euro/kWh) mit rund 2000 Euro/Jahr aus. Zudem fallen insgesamt 500 Euro Entsorgungsgebühren pro Jahr für den Bleichromatschlamm und 1000 bis 2000 Euro für Wartung und Produkti-

onsausfall weg, was sehr zurückhaltend gerechnet ist.

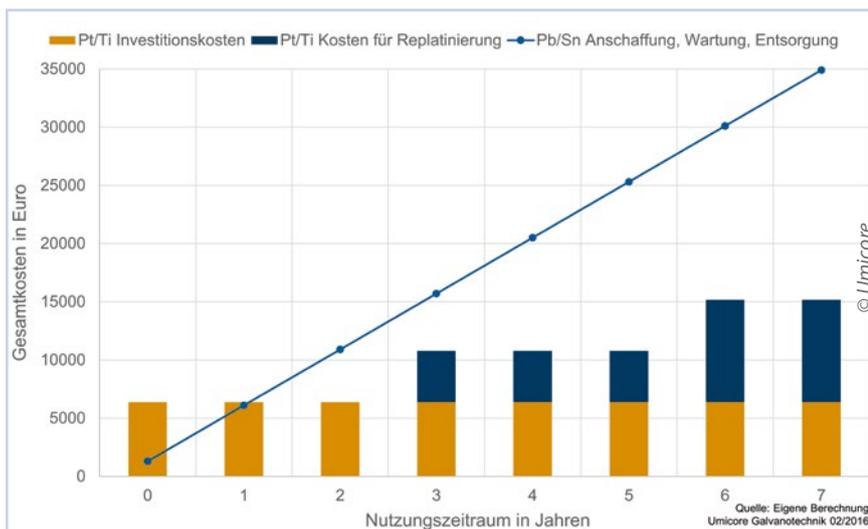
Einsparungen nach drei Jahren

Insgesamt ergeben sich für die Bleianoden in drei Jahren Gesamtkosten von 14 400 Euro. Bei den Pt/Ti-Anoden sind es 10 772 Euro – inklusive des Aufwands für die Replatinierung. Selbst wenn die angesetzten Kosten (1000 Euro für einen Tag pro Jahr) für Wartung und Produktionsausfall von insgesamt 3000 Euro nicht einberechnet würden, wäre der Break-even-Point nach zwei bis drei Jahren nahezu erreicht. Die Schere öffnet sich ab diesem Zeitpunkt immer stärker zugunsten der Pt/Ti-Anoden.

Viele Anwendungsfelder für platinerte Anoden

Zahlreiche Branchen machen sich die verschiedenen Vorteile mit Hochtemperaturelektrolyse platinierter Anoden zunutze. So setzen etwa Lampen- und Leuchtenindustrie, Halbleiter- und Leiterplattentechnik aber auch der Automotive-Sektor, Hydraulikproduzenten, Hersteller von Bergwerkmaschinen oder aber Wasserwerke auf diese Beschichtungstechnik.

Weitere Anwendungsfelder werden sicherlich in der Zukunft erschlossen. Denn eine nachhaltige Kostenbetrachtung und Umweltschutz sind auch langfristig weiter aufstrebende Themen. Blei dürfte daher immer kritischer hinterfragt werden. ■



Pt/Ti-Anoden rechnen sich: Bei einer konservativen Schätzung sind sie etwa in der Hartverchromung häufig schon nach relativ kurzer Zeit kostengünstiger als Bleianoden. Verringerte Produktionsausfälle durch Wartung und Entsorgung von Bleichromatschlamm sowie niedrigere Energiekosten machen sich besonders stark bemerkbar.



Thomas Ebert
Bereichsleiter
elektrokatalytische Elektroden
und Kontaktmaterialien



Frank Friebe
Internationaler Vertrieb
elektrokatalytische Elektroden
und Kontaktmaterialien,
Umicore Galvanotechnik
GmbH, Schwäbisch Gmünd
Tel. 07171 607-292,
hfe@eu.umicore.com
www.umicore-galvano.com

alles dreht sich um den Leichtbau: lightweightdesign



Mit Leichtigkeit zu kompetentem Fachwissen.

lightweightdesign

– alles rund ums Thema Leichtbau bewegter Massen in den Anwendungsbereichen Bootsbau, Maschine, Sport, Wind, Luftfahrt, Auto, ...

Bestellen Sie Ihr persönliches Abo (6 Ausgaben im Jahr + Themenspecials) inklusive Zugang zum Online-Archiv.

Für eine leichte Entscheidung können Sie gerne vorher über 2 Gratis-Ausgaben fliegen!

Weitere Infos unter www.lightweight-design.de