

# A-1

## Eloxieren von Aluminium

Version 1.1 vom 3. März 2005

Ein Service von:



**Electronic Things**

Entwicklung und Vertrieb von Systemsoftware  
und Hardwarekomponenten

Besuchen Sie uns: [www.electronic-things.de](http://www.electronic-things.de)

*Eloxieren von Aluminium? Ist das nicht sehr kompliziert und nur durch spezialisierte und deswegen teure Unternehmen möglich? Nein, eloxieren ist sogar recht einfach. Im Prinzip kann dies jeder zuhause durchführen. Diese Anleitung stellt Ihnen das nötige Hintergrundwissen zur Verfügung und zeigt Ihnen, wie leicht Sie Ihre Aluminiumstücke verschönern und härten können.*



Diese Anleitung haben wir nach bestem Wissen für Sie zusammengestellt. Dennoch können wir nicht für die Korrektheit der Anleitung garantieren. Bitte bedenken Sie, dass die verwendeten Chemikalien zum großen Teil aggressiv und giftig sind.

**Befolgen Sie deshalb genauestens die angegebenen Sicherheitshinweise! Sie handeln auf eigene Verantwortung. Der Autor dieses Artikels haftet in keiner Weise für irgendwelche Schäden, die durch Anwendung des hier beschriebenen Verfahrens entstehen.**

## 1 Was ist Eloxieren?

**Eloxieren** oder auch **Anodisieren** nennt man das elektrolytische Oxidieren von Aluminium und seinen Legierungen. Dabei wird die Oberfläche in einem ersten Schritt in einem elektrochemischen Prozess umgewandelt und bis zu einer gewissen Dicke porös. Nach dem Eloxiervorgang werden diese Poren durch sogenanntes Verdichten geschlossen und die chemische Zwischenbindung in ihre Endform überführt. Taucht man das Bauteil vor dem Verdichten in ein entsprechendes Farbad, so lagern sich Farbpigmente in den Poren ein und können dann mitversiegelt werden.

Die so entstandene **Eloxal-Schicht** (elektrolytisch oxidiertes **Aluminium**) ist sehr hart und gegen viele chemische Substanzen unempfindlich. Außerdem erhalten Aluminiumteile dadurch ein veredeltes, teures Aussehen.

Bei der Wiederverwertung von eloxiertem Aluminium müssen keine problematischen Lackschichten entsorgt werden, da die Eloxalschicht sehr dünn ist und sich als Schlacke im Schmelzofen ablagert. Somit ist Eloxieren nicht zuletzt eine sehr umweltfreundliche Form der Oberflächenveredelung.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Eigenschaften

Blankes Aluminium oxidiert an der Luft sehr schnell, überzieht sich dabei allerdings mit einer luftundurchlässigen farblosen Oxidschicht ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Diese sehr dünne (typischerweise 0,5-1  $\mu\text{m}$ ) Schicht schützt das Metall vor weiterem Angriff des Luftsauerstoffs. Sie ist allerdings recht weich und unansehnlich und genügt wegen ihrer sehr geringen Stärke keinen höheren Ansprüchen. Allerdings kann man durch gezielten Aufbau dieser Schicht mit Hilfe eines wässrigen Elektrolyten folgende Eigenschaften herausbilden:

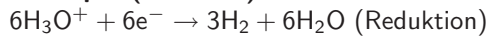
- Härte: etwa Mohs-Härte 9 (Korund); Quarz hat Härte 7, Diamant Härte 10
- Schichtdicke: abhängig von Spannung und Baddauer 10-30  $\mu\text{m}$  (0,01-0,03mm)
- Durchschlagsfestigkeit: ca. 30 Volt pro  $\mu\text{m}$
- Farbe: farblos bis leicht gelblich; dadurch bleibt das metallische Aussehen des darunterliegenden Aluminiums erhalten - auch bei späterer Einfärbung.
- mit geeigneten Metallsalzen kratzfest und lichtecht einfärbbar; mögliche Kombinationen mehrerer Farbstoffe ermöglichen fast jeden beliebigen Farbton

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es darf zu privaten Zwecken kopiert und weitergegeben werden, sofern es vollständig und unverändert bleibt. Jegliche Veröffentlichung (z. B. Einstellen ins Internet) und insbesondere die kommerzielle Nutzung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

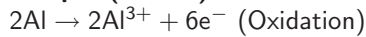
## 2.2 Chemische Reaktion

Im Eloxierbad laufen im Wesentlichen folgende chemischen Reaktionen ab:

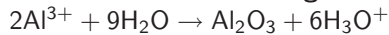
**Minuspol (Kathode):**



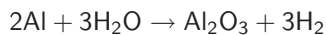
**Pluspol (Anode):**



**Die Aluminiumionen reagieren weiter:**



**Gesamtreaktion:**

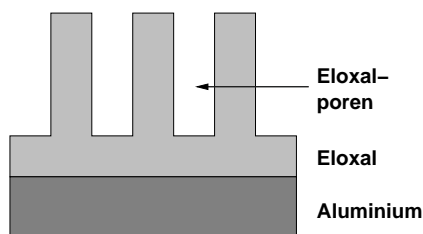


Es fallen zwei Dinge ins Auge:

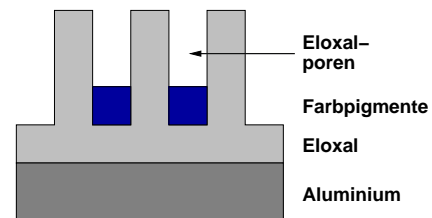
- Die Bildung der Schicht benötigt an sich keine Schwefelsäure - diese dient nur Elektrolyt und verringert massiv den elektrischen Widerstand des Bades. Ein Auffrischen der Schwefelsäure (Wiederherstellen der Ausgangskonzentration von 15-20%) ist deswegen nur selten nötig.
- An der Kathode (Minuspol) entsteht gasförmiger Wasserstoff, der wegen der Explosionsgefahr (Wasserstoff ist geruch-, geschmack- und farblos!) abgeführt werden muss.

## 2.3 Aufbau der Eloxalschicht

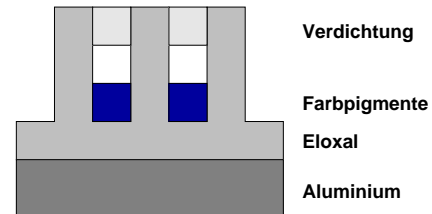
Zuerst entsteht elektrolytisch im Schwefelsäurebad eine geschlossene Schicht, die bei weiterem Wachstum in feine kapillarähnliche Poren übergeht:



In diese Poren können sich nun Farbpigmente einlagern:



Zum Schluß werden die Poren durch Versiegeln (auch *Sealen* genannt) verschlossen.



Die Farbe wird also nicht aufgetragen, sondern ist Bestandteil der Eloxalschicht und somit sehr gut gegen Abrieb und chemische Einflüsse geschützt.

## 3 Das Verfahren in der industriellen Praxis

Im Folgenden wird in groben Zügen der Ablauf industrieller Eloxierverfahren beschrieben, um einen Einblick zu geben, was alles möglich ist. Welche dieser Verfahrensschritte Sie als Laie zu Hause durchführen können, erklären wir Ihnen weiter unten.

### 3.1 Oberflächenbearbeitung

Zuerst muss die Oberfläche des Aluminiums gründlich gereinigt und eventuell für das spätere Aussehen vorbereitet werden. Je nach gewünschter Oberfläche werden mechanische und chemische Verfahren eingesetzt, zum Beispiel:

- **Schleifen** ⇒ gleichmäßig raue Oberfläche
- **Bürsten** ⇒ raue Oberfläche mit Vorzugsrichtung
- **Polieren** ⇒ sehr glatte Oberfläche
- **Sandstrahlen** ⇒ recht raue Oberfläche
- **Beizen** ⇒ ganz leichtes Anrauen

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es darf zu privaten Zwecken kopiert und weitergegeben werden, sofern es vollständig und unverändert bleibt. Jegliche Veröffentlichung (z. B. Einstellen ins Internet) und insbesondere die kommerzielle Nutzung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

- **Mattieren** ⇒ leichtes Anrauen
- **Satinieren** ⇒ leichtes Anrauen

Durch spezielles Bürsten lässt sich mittlerweile eine Oberfläche erzeugen, die Edelstahl zum Verwechseln ähnlich sieht - mit dem Vorteil, dass Fingerabdrücke auf Eloxalschichten keine Spuren hinterlassen. Damit sind sie vorzüglich zur Herstellung pflegeleichter Gegenstände geeignet.

### 3.2 Reinigung

Eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Eloxierung ist ein **absolut fett- und staubfreies** Werkstück. Deswegen werden die Werkstücke vor dem Eloxalbad gründlich chemisch gereinigt. Dies geschieht meist in Bädern aus Natronlauge oder Soda.

### 3.3 Spülen

Um sämtliche Reste der Reinigungsmittel zu entfernen, werden die Werkstücke gründlich mit Wasser gespült.

### 3.4 Anodisieren

Das am weitesten verbreitete und auch einfachste Verfahren zur Herstellung der Eloxalschicht ist das sogenannte Gleichstrom-Schwefelsäure-Verfahren (GS-Verfahren). Hierbei werden die Werkstücke als Anode (Pluspol) in ein wässriges Schwefelsäurebad getaucht während die Kathode (Minuspol) z.B. durch Bleiplatten dargestellt wird. Bei ca. 12-18 Volt Gleichspannung und Stromdichten von 1,5A/dm<sup>2</sup> erfolgt das Anodisieren über 10-60 Minuten.

Weitere Verfahren sind das Chromsäure- und das Oxalsäureverfahren.

Beim *Harteloxalverfahren* wird die Schichtdicke durch sehr hohe Badspannungen nochmal deutlich erhöht. Diese Schichten werden für härteste Einsatzbedingungen in der Industrie verwendet.

### 3.5 Spülen

Um sämtliche Reste der Säure zu entfernen und das Farbstoffbad zu schützen, werden die Werkstücke nochmals gründlich mit Wasser gespült, eventuell wird gezielt neutralisiert.

### 3.6 Farbbad

Im Farbbad erfolgt dann die Einfärbung der gebildeten Eloxalschicht bei etwa 50 Grad Celsius. Je nach Konzentration, gewünschter Farbnuance und Legierung des Werkstücks verweilt es hier bis zu 10 Minuten.

### 3.7 Versiegeln

Direkt nach dem Farbbad verbringt man die Werkstücke in kochendes Wasser, wo die Eloxalschicht verdichtet wird. Eingeschlossene Farbpigmente werden so versiegelt und es bildet sich die gewünschte kratzfeste Oberfläche.

### 3.8 Anmerkungen

Das gesamte industrielle Verfahren unterliegt natürlich stetiger Kontrolle, etwa durch Bestimmung der Säure- oder Farbkonzentration, Messen der Schichtdicke und Sichtprüfungen. Zum Teil sind hier aufwändige Verfahren nötig, die den Rahmen des Heimwandlers sprengen würden. Mit etwas Sorgfalt können diese Nachteile aber größtenteils ausgeglichen werden, da der Heimwandler sich jedem Werkstück intensiv widmen kann.

## 4 Eloxieren in der Garage

Nun kommen wir zum praktischen Teil, wo wir Ihnen zeigen, wie Sie mit einfachen Mitteln Aluminium eloxieren und färben können. Die Ergebnisse können sich sehen lassen und sind bei etwas Sorgfalt so gut wie in der Industrie.



Wegen der teilweise aggressiven Chemikalien und der entstehenden Gase und Dämpfe sollten Sie alle Arbeitsschritte an einem gut gelüfteten und unempfindlichen Ort durchführen, zum Beispiel einer Garage oder einem gefliessten Kellerraum.

## 4.1 Was kann eloxiert werden?

Wie gut sich ein Werkstück eloxieren lässt, hängt hauptsächlich von der verwendeten Legierung ab. Reines Aluminium eignet sich am besten, findet aber wegen seiner Weichheit kaum als Werkstoff Verwendung. Die am häufigsten Legierung für Eloxal ist AlMgSi0,5. Aluminium-Silizium-Legierungen mit hohem Siliziumanteil werden Ihrer sehr guten Giessbarkeit häufig für Gussteile eingesetzt, bilden aber kaum eine brauchbare Eloxalschicht aus.

Prinzipiell gilt: Je reiner das Aluminium in der Legierung vorliegt, desto besser lässt sie sich eloxieren.

Die Unterscheidung der einzelnen Legierungen ist für den Laien schwierig. Hier einige Tipps:

- Ein Anhaltspunkt ist das Aussehen. So sind AlSi-Gusslegierungen eher matt und grau, während AlMgSi0,5 an der Schnittfläche silbrig hell glänzt
- Wie wurde das Werkstück geformt? Gusstücke nach dem Sand-/Kokillengussverfahren sind wegen ihrer guten Gießfähigkeit oft hoch mit Silizium legiert, im Strang/Druckgussverfahren hergestellte Teile sind überwiegend sehr gut eloxierbar. Fast alle Stangenprofile werden heutzutage im Strang/Druckgussverfahren hergestellt.
- Im Zweifelsfall fragen Sie beim Hersteller/Händler um ein Datenblatt an.

Desweiteren spielt die Oberfläche des Werkstücks eine wichtige Rolle. Bei Gussteilen hat man zum Beispiel häufig rauhe, poröse und mitunter rissige Oberflächen. Durch entsprechende mechanische und chemische Vorbehandlung können solche Mängel aber grösstenteils beseitigt werden.

Profile können bereits eloxiert sein - bitte überprüfen Sie dieses vorher. Eine vorhandene Eloxalschicht  **muss**  vor dem erneuten Eloxieren entfernt werden!

**Auf jeden Fall sollten Sie bei jeder neuen Legierung einen Probedurchgang zum Beispiel mit einem Abfallstück durchführen!**

### Wichtig:

Während des Eloxiervorgangs wird das Werkstück durch die Schichtbildung etwas größer. Je nach erzeugter Schichtstärke sind 0,005 bis 0,03 mm möglich. Bei passgenauen Teilen muss dieser Zuwachs also unbedingt eingerechnet werden. Gewindegänge hingegen sind aufgrund des relativ grossen Spieles unkritisch.

## 4.2 Was benötige ich dafür?

Die notwendigen Chemikalien und Materialien sollten eigentlich überall preiswert erhältlich sein. Wenn Sie Probleme bei der Beschaffung haben: alle Chemikalien, die Sie zum Eloxieren benötigen, bekommen Sie in der Apotheke. Dort sind die Sachen natürlich etwas teurer. Im Folgenden finden Sie eine Aufstellung mit Mengenangaben für erste Versuche:

- **Schwefelsäure**  
(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, spez. Gewicht ca. 1,15 g/cm<sup>3</sup>, das entspricht 15-20%iger Schwefelsäure) Menge: je nach Größe der Aluminiumstücke - für erste Schritte reicht 1 Liter, später vielleicht ein 5 Liter-Kanister. Die leicht erhältliche und preiswerte Batteriesäure für Bleiakumulatoren ist 37%ige Schwefelsäure. Durch Verdünnen lässt sich die gewünschte Konzentration problemlos einstellen.
- **Natriumhydroxid oder Salpetersäure**  
Natriumhydroxid (NaOH, Ätznatron) ist erhältlich z.B. in Drogerien, Apotheken, manchmal auch in Baumärkten (Abflubreiniger). Menge: ruhig mehr als 500g, da sehr preiswert. Salpetersäure kann ebenfalls verwendet werden, ist aber noch aggressiver und etwas schwerer zu bekommen (Preis in der Apotheke: etwa 3 € für 250ml). Für normale Heimwerkerzwecke genügt Ätznatron.
- **Destilliertes Wasser**  
(H<sub>2</sub>O dest.): 5 Liter (Kanister)  
Destilliertes Wasser bekommen Sie sehr günstig in vielen Lebensmittelgeschäften und Baumärkten. Manchmal findet sich auch die Bezeichnung *demineralisiertes Wasser* auf den Kanistern. Das ist praktisch dasselbe und für unsere Zwecke vollkommen ausreichend.
- **Farben**  
Am besten geeignet sind natürlich spezielle Eloxalfarben. Diese erhalten Sie preisgünstig und auch in kleinen Mengen in unserem Internet-Shop (unter <http://www.electronic-thingks.de>). Da diese Farben sehr intensiv färben, benötigen Sie nur geringe Mengen (im 10 Gramm-Bereich). Solche Farbstoffe besitzen eine hohe Lichtechtheit und eignen sich deswegen hervorragend zur Färbung von Gegenständen im Außenbereich (Fahrzeugzubehör, Modellbau etc.). Andere Möglichkeiten sind manche Textilfarben,

z.B. „Simplicol“ der Firma Brauns-Heitmann, allerdings sind die Ergebnisse nicht mit richtigen Eloxalfarben vergleichbar.

- **Batterieladegerät, Labornetzteil oder Konstantstromquelle**
- **Platte/Blech aus Blei oder Aluminium** (etwa 10cm\*20cm)  
Bleiblech findet man z.B. bei Recyclingbetrieben oder Dachdeckern, da es zur Dachabdichtung verwendet wird. Oder man besorgt sich einen Rest Aluminiumblech von einer Altmetallverwertung. Achten Sie darauf, dass das Blech *nicht* eloxiert ist.
- Ein dünner **Aluminium- oder besser Tantal**draht zum Aufhängen des Werkstücks im Eloxierbad und für die elektrische Verbindung.
- Entsprechend große **Kunststoff- oder Glasgefäße** für das Eloxier- und Färbebad und ein **hitzeester Behälter** zur Verdichtung.
- Eventuell ein **pH-Meter** und ein **Aräometer** zur Bestimmung der Säurekonzentration und der  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Konzentration. Damit lassen sich noch bessere Resultate bei Schichtdicke und Färbequalität erzielen.

## 5 Die Arbeitsschritte

Es folgt die Beschreibung der erforderlichen Arbeitsschritte, um selbst zum Erfolg zu gelangen. Wenn Sie sich an diese Anleitung halten, sollten Sie sehr schöne Werkstücke erhalten, die professioneller Fertigung in nichts nachstehen.

### 5.1 Säubern und Vorbereiten der Oberfläche



Salpetersäure und Natronlauge sind extrem aggressive Substanzen. Vermeiden Sie jeglichen Haut- und Augenkontakt! Tragen Sie unbedingt eine **Schutzbrille, säure-/laugenfeste Handschuhe** und **robuste Kleidung**. Bedenken Sie auch, dass Salpetersäure stark oxidierend wirkt. Es besteht bei Kontakt insbesondere mit organischen Stoffen (z.B. Baumwolle) Selbstentzündungsgefahr!  
Bei Augenkontakt spülen Sie diese **sofort** unter fließendem Wasser aus und suchen Sie unverzüglich einen Arzt auf. Erblindungsgefahr!

Je nach gewünschter Oberfläche wird das Werkstück **mechanisch** vorbehandelt (zum Beispiel: Schleifen, Bürsten, Polieren). Bitte beachten Sie, dass die spätere Eloxalschicht keine Oberflächenfehler verzeiht - im Gegenteil: diese treten häufig noch deutlicher zu Tage. Seien Sie deswegen sorgfältig bei den Vorbereitungen - Sie ersparen sich dadurch den Ärger eines später ständig sichtbaren Kratzers oder sogar einer kompletten Wiederholung der gesamten Prozedur.

Alle Verunreinigungen (auch Fingerabdrücke) auf der Oberfläche verschlechtern oder verhindern die Bildung der Eloxalschicht an dieser Stelle. Deswegen ist es wichtig, das Werkstück vorher auch **chemisch** gründlich zu reinigen. Dies kann zum Beispiel mit Natronlauge (die zusätzlich die Oberfläche leicht beizt) geschehen. Eine Möglichkeit wäre z.B. das Schwenken des Werkstücks an einem langen Kabelbinder in der Lauge.

Nach der Reinigung dürfen Sie das Werkstück nicht mehr berühren! Tauchen Sie es nun in das Bad mit Leitungswasser, um die Reste des Reinigungsmittels durch ausgiebiges Spülen zu entfernen. Je nach Größe und Komplexität des Werkstücks ist es ausreichend, es unter reichlich fließendes Wasser zu halten.

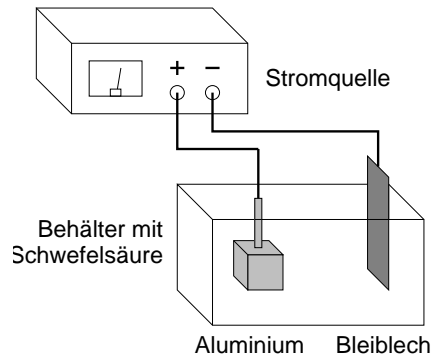
Bemerkung:

Ein kurzes Eintauchen des Werkstücks in Salpetersäure zum jetzigen Zeitpunkt erleichtert danach die Bildung einer schönen Eloxalschicht, ist unserer Meinung nach aber nur in Ausnahmefällen den zusätzlichen Aufwand wert, weshalb wir hier nicht näher darauf eingehen.

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es darf zu privaten Zwecken kopiert und weitergegeben werden, sofern es vollständig und unverändert bleibt. Jegliche Veröffentlichung (z. B. Einstellen ins Internet) und insbesondere die kommerzielle Nutzung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

## 5.2 Eloxieren

Dieses ist der wichtigste aber zugleich auch der un-kritischste Arbeitsschritt. Die folgende Grafik zeigt den prinzipiellen Aufbau des Eloxierbades:



Der eigentliche Eloxiervorgang findet in 15-20%iger Schwefelsäure statt. Die genaue Konzentration ist nicht kritisch. Wer normale Batteriesäure (ca. 37%  $H_2SO_4$ ) zur Verfügung hat, kann durch Mischung mit **destilliertem** Wasser im Verhältnis 1:1 das Eloxierbad ganz leicht herstellen. Hierbei und insbesondere beim Verdünnen von hochkonzentrierter Säure gilt:



Niemals das destillierte Wasser direkt in die Schwefelsäure gießen - immer umgekehrt: **Langsam** die Schwefelsäure in das (möglichst kalte) destillierte Wasser einrühren. Da sich das Gemisch beim Verdünnen stark erwärmt, besteht sonst Spritz- und Verdampfungsfahr!

Natürlich gilt auch hier: **Unbedingt Schutzbrille, Handschuhe sowie alte Kleidung tragen!**

Ist die Lösung hergestellt, kann sie problemlos längere Zeit z.B. in Kanistern aufbewahrt werden. Vergessen Sie nicht, die Behälter **deutlich zu kennzeichnen und keinesfalls Trinkgefäße (Flaschen, etc.) zu verwenden.**

Die Konzentration der Säure lässt sich später leicht zum Beispiel mit einem sogenannten *Aräometer* (Senkwaage) bestimmen. Dabei zeigt die Eintauchtiefe des Aräometers die Dichte der Säure an, über die auf deren Konzentration geschlossen werden kann.

Alle zu eloxierenden Oberflächen des Werkstücks müssen in das Säurebad eintauchen, da nur die der Säure ausgesetzten Oberflächen die Eloxalschicht bilden können. Dies erreicht man am einfachsten durch Titandraht, der z.B. durch im Werkstück vorhandene Ösen gezogen wird oder eine dünne Aluminiumstange mit Haken oder Gewinde, die in ein Gewinde des Werkstücks geschraubt wird. Da über die Befestigung gleichzeitig der Strom fließt, sollte die Verbindung innig und die Kontaktstelle möglichst großflächig sein. Das widerspricht naturgemäß der Forderung nach möglichst wenig abgedeckter Oberfläche (da diese eben nicht eloxiert wird). Meist reicht es aber, den Draht mehrmals möglichst fest um das Werkstück zu wickeln. Dieser liegt dann an den Kanten auf, so daß man auf den großen Oberflächen keine Fehlstellen erhält. Wichtig ist übrigens, nur Aluminium oder säureresistente Leiter (z.B. Titan) für die Halterung zu verwenden (Stichwort: elektrochemische Spannungsreihe der Metalle).

Unser Werkstück bildet die Anode - wir schließen also hier den Pluspol (meist rot gekennzeichnet) unserer Stromquelle an. Die Kathode bildet unser Aluminium/Bleiblech und wir verbinden dieses mit dem Minuspol (meist schwarz) unserer Stromquelle.

### Berechnung der Stromstärke und Dauer:

Die Schichtdicke wird ausschließlich durch Variation der Eloxierdauer und der Stromstärke bestimmt, ist also von der geflossenen Ladungsmenge abhängig. Als groben Richtwert der einzustellenden Stromstärke empfehlen wir etwa

$$1,5 \text{ A pro } 100\text{cm}^2 \text{ Oberfläche}$$

bei einer Eloxierdauer von ca. 60 Minuten (= 3600 Sekunden) und einer Badtemperatur von  $+20^\circ\text{C}$ .

Zum besseren Verständnis folgt ein kleines Beispiel:

Unser Werkstück sei ein Aluminiumwürfel mit 10cm Kantenlänge. Unsere Stromquelle liefere maximal 5 Ampere. Die Gesamtfläche des Würfels ergibt sich zu:

$$10\text{cm} \cdot 10\text{cm} \cdot 6 = 600\text{cm}^2$$

Daraus folgt mit obigem Richtwert, dass die Stromquelle einen Strom von

$$\frac{600\text{cm}^2}{100\text{cm}^2} \cdot 1,5\text{A} = 9\text{A}$$

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es darf zu privaten Zwecken kopiert und weitergegeben werden, sofern es vollständig und unverändert bleibt. Jegliche Veröffentlichung (z. B. Einstellen ins Internet) und insbesondere die kommerzielle Nutzung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.

für 60 Minuten liefern sollte. Da unsere Stromquelle nur 5 A liefern kann, erhöht sich die Eloxierdauer entsprechend:

$$\frac{9A}{5A} \cdot 3600s = 6480s$$

was ganz grob zwei Stunden Baddauer entspricht. Die Devise hierbei lautet: *Lieber etwas länger als zu kurz*. Wir lassen unseren Würfel also für zwei Stunden bei 5 Ampere im Bad.

Diese Werte sind natürlich nur ungefähre Anhaltspunkte, da das Ganze, wie oben bereits beschrieben, von der verwendeten Legierung abhängt. Wichtig ist jedenfalls, daß man auch wirklich alle Flächen, die mit der Säure in Berührung kommen, in die Rechnung mit einbezieht.

Während des Wachstums der Eloxalschicht erhöht sich deren elektrischer Widerstand und der Stromfluss sinkt. Dieses kann man per Hand durch Erhöhung der Spannung ausgleichen oder man verwendet gleich ein stromgeregeltes Netzteil und stellt den gewünschten Strom vorher ein.

Es bildet sich nach und nach eine ganz leicht gelblich gefärbte Oberfläche heraus und der Glanz verschwindet. An der Kathode bilden sich Blasen aus Wasserstoff. Dies ist normal und zeigt, dass die elektrochemische Reaktion abläuft.

Um bei einer unbekanntenen Legierung die Dauer abschätzen zu können, sollten Sie zuerst einen Rest als Teststück einsetzen. Dieses hängen Sie z.B. im Abstand von zehn Minuten jeweils zwei Zentimeter tiefer in das Bad. So erstellen sie eine Testreihe, aus der Sie später leicht die optimale Zeit für die Baddauer ermitteln können (bei der Färbung ist dieselbe Prozedur nützlich, um Farbnuancen herstellen zu können).



Wasserstoff ist hochentzündlich und kann mit Luftsauerstoff explosive Gemische bilden. Vermeiden Sie deswegen **jedliches offenes Feuer** in der Nähe des Eloxierbades und sorgen Sie für gute Belüftung!

### 5.3 Spülen

Vor dem Färben muss das Werkstück gründlich unter fließendem Wasser gespült werden, bei kompliziert geformten Teilen man die noch vorhandene Schwefelsäure zusätzlich vorher in einem Wasserbad

mit gelöstem Natriumcarbonat ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$  - „Soda“ - gibt es in jedem Lebensmittelgeschäft bei den Backwaren) oder Natriumhydrogencarbonat ( $\text{NaHCO}_3$  - „Natron“ - ebenfalls bei Backwaren) neutralisieren.

### 5.4 Färben

Das abgespülte Werkstück taucht man nun in die etwa 50 Grad Celsius warme Färbelösung ein und schwenkt es in dieser leicht hin und her, um die Aufnahme der Farbpigmente zu beschleunigen. Denken Sie bitte auch hier daran: das Werkstück wegen möglicher Fingerabdrücke nicht an seinen eloxierten Oberflächen berühren!

Die Konzentration des Färbebades ist abhängig vom Farbstoff und der gewünschten Farbsättigung. Je nach Farbintensität und Konzentration des Bades beträgt die Verweildauer 2-20 Minuten. Unsere Eloxalfarben werden mit einem ausführlichen Datenblatt geliefert, das alle benötigten Werte enthält.

Bei der Bestimmung der Dauer für eine bestimmte Farbsättigung hilft auch wieder die weiter oben beschriebene Methode der Testreihe. Diesmal muss man natürlich ein gleichmäßig eloxiertes Werkstück zur Verfügung haben, das frisch aus dem Schwefelsäurebad kommt. Je länger die Werkstücke im Farbbad verweilen, desto intensiver wird die Färbung. So lassen sich sehr einfach hauchzarte Färbungen bis hin zum satten Farbton erzeugen.

Bestimmte Farbstoffe lassen sich auch im Bad mischen oder in Bädern hintereinander anwenden. Durch die speziellen chemischen Eigenschaften lagern sich diese an unterschiedlichen Stellen der Eloxalporen an und ergeben so eine Mischfärbung (Wir sind im Moment dabei, für Sie eine Tabelle der möglichen Kombinationen anzulegen und zu testen. Dafür bitten wir Sie noch um ein wenig Geduld.).

Man muß natürlich nicht färben. Wer den schlichten „Alulook“ mag, kann auch gleich zum Versiegeln übergehen. Das ergibt dann ein silbrig-mattes Aussehen, wie es üblicherweise Aluminiumprofile besitzen, die als Metterware in Baumärkten verkauft werden.

Bis zu diesem Punkt ist es recht einfach möglich, bei schlechten Ergebnissen die ganze Prozedur abzubrechen und von vorne zu beginnen (d.h. säubern und beizen, eloxieren, etc.). Nach dem Versiegeln müßte man wieder mit Schmirgel und viel Kraft die harte Oberfläche abschleifen. Bei Werkstücken, die genau gear-

beitet sind, ist das keine leichte Aufgabe.

Deswegen die Bitte:

**Untersuchen Sie das Werkstück zu diesem Zeitpunkt genauestens auf Oberflächenfehler!**

## 5.5 Versiegeln

Dieses ist der wesentliche Vorgang, um die harte und strapazierfähige Eloxaloberfläche zu erzeugen - und dabei der einfachste. Das Werkstück wird einfach für ca. **60 Minuten** in kochendes (nicht nur warmes) Wasser gehalten. Dadurch schließen sich die Poren der Oberfläche und die Zwischenverbindung wird in ihre Endform überführt, die für die extreme Härte der Schicht verantwortlich ist. Wir empfehlen hierfür ebenfalls destilliertes Wasser, da normales Leitungswasser zu Kalkablagerungen führen kann.

## 5.6 Entsorgung der Chemikalien

Es sollte einleuchten, dass man die benutzten Chemikalien nicht einfach in den Abfluss schütten darf. Es folgen Hinweise, um diese unschädlich zu machen.

- **Schwefelsäure:** Geben Sie vorsichtig solange Kalk, Branntkalk etc. hinzu, bis keinerlei Gasbildung mehr erfolgt. Es entstehen Wasser und vollkommen harmloser Gips.
- **Salpetersäure:** Geben Sie vorsichtig solange Kalk, Soda oder Natron hinzu, bis keinerlei Gasbildung mehr erfolgt. Es entstehen Wasser und Nitrat, welches sich eindampfen lässt und z.B. als Stickstoffdünger eingesetzt werden kann.
- **Natronlauge:** Geben Sie reichlich Essigsäure hinzu, bis keine Gasentwicklung mehr zu beobachten ist oder schütten Sie die Lauge stark verdünnt in den Abfluss (auch die üblichen chemischen Abflußreiniger bilden fast ausschließlich Natronlauge - insofern können wir Sie beruhigen).
- **Farbbäder:** Da hier verschiedene Klassen von Chemikalien eingesetzt werden, befolgen Sie bitte die Hinweise in den entsprechenden technischen Blättern des Herstellers.

## 6 Schlußwort

Wir hoffen, Ihnen einen preiswerten und einfachen Weg gezeigt zu haben, wie Sie Ihr Aluminium verschönern und haltbarer machen können. Viele Rückmeldungen und Verbesserungsvorschläge von Ihnen sind in diese Anleitung mit eingeflossen. Dafür unseren herzlichen Dank! Sollten Sie weitere Fragen haben, zögern Sie nicht, mit uns Kontakt aufzunehmen. Alle Kontaktmöglichkeiten und weitere Informationen (Forum, Lexikon und FAQ) finden Sie auf unserer Internet-Präsenz

[www.electronic-things.de](http://www.electronic-things.de)

**Und nun wünschen wir Ihnen gutes Gelingen und viel Freude beim Eloxieren und an einem hoffentlich professionellen Aussehen!**

Dieses Dokument ist urheberrechtlich geschützt. Es darf zu privaten Zwecken kopiert und weitergegeben werden, sofern es vollständig und unverändert bleibt. Jegliche Veröffentlichung (z. B. Einstellen ins Internet) und insbesondere die kommerzielle Nutzung bedarf unserer schriftlichen Zustimmung.