

## Anodische Oxidation von Aluminium ("Eloxalverfahren")

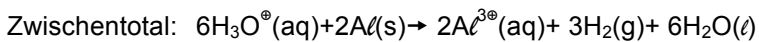
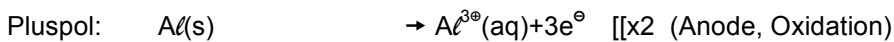
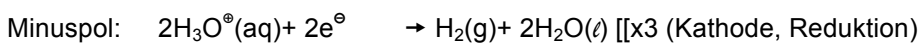
**Eloxal** bedeutet **E**lektrolytische **O**xidation von **A**luminium

Als unedles Metall ist Aluminium anfällig für Korrosion. Aluminium bildet jedoch an der Oberfläche – im Gegensatz zu Eisen – mit Sauerstoff eine kompakte Oxidschicht. Damit schützt es sich selber vor Korrosion. Durch Verstärkung der Oxidschicht durch Elektrolyse kann der Schutz noch um ein Vielfaches erhöht werden. Gleichzeitig wird die Oberfläche härter und sie wirkt elektrisch isolierend.

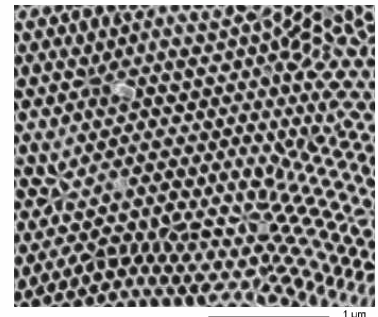
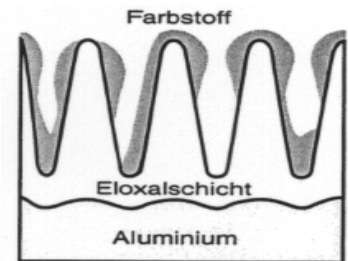
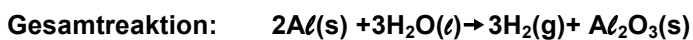
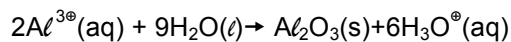
Da die Oxidschicht ziemlich porös ist, können Farbstoffe eingelagert werden. Allerdings dringen diese wegen ihrer Molekülgrösse meist nicht vollständig in die Poren ein. Zur besseren Haftung werden die Poren deshalb am Ende noch verschlossen.

Beinahe alle Werkstücke aus Aluminium sind eloxiert, sichtbar allerdings nur dort, wo sie auch noch eingefärbt sind, so z.B. bei Häuserfassaden, Velorahmen, Verkehrsschilder, Schmuck, Schlüsseln etc.

Bei der **Elektrolyse** laufen folgende **Reaktionen** ab:



Die entstehenden Aluminiumionen reagieren sofort zu Aluminiumoxid weiter:



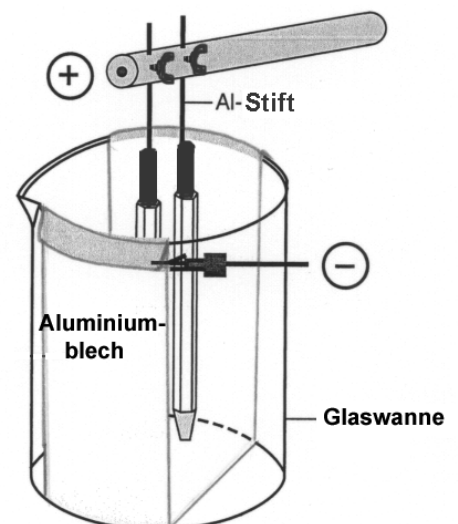
## Eloxieren und Färben von Kugelschreiberhülsen

**Sicherheit:** Schwefelsäure und Natronlauge sowie deren Aerosole wirken ätzend:  
**Im Abzug arbeiten! Schutzbrille tragen!**

### Fixierung und Vorbehandlung der Hülsen

Der Al-Stift wird mit dem dickeren Ende in die Kugelschreiberhülse gesteckt und durch leichtes **Drücken und Drehen** befestigt. Nun wird der Stift an die Befestigungsschiene geschraubt. Pro Befestigungsschiene werden zwei Kugelschreiberhülsen fixiert. Zur Reinigung werden die Hülsen **2 Minuten** in die **Natronlauge** getaucht.

**In allen Bädern (ausser dem Fixierbad am Schluss) dürfen die Hülsen keine Gefässwände berühren!** Zudem sollten sie nicht mehr mit den Fingern berührt werden! Unter dem **fliessenden Wasser** werden sie **½ Minute** gut abgespült, **½ Minute** in die **Salpetersäure** getaucht, **nochmals ½ Minute gespült** und sofort in die als Elektrolyt dienende ca. 20%ige **Schwefelsäure** gebracht.



### Eloxieren im Schwefelsäure-Bad während 20 Minuten

Die Krokodilklemme ist ausserhalb des Becherglases befestigt. Von der Krokodilklemme führt ein Kabel zum Minuspol des Netzgerätes. Die Befestigungsschiene wird direkt mit dem Pluspol des Netzgerätes verbunden. Die **Stromstärke** wird mit dem Knopf am Netzgerät langsam auf **0.75 - 0.8 A pro Hülse** erhöht. **Zur exakten Einstellung dient die digitale Anzeige des kleinen Multimeters.** Sie ist genauer als die **rote analoge Anzeige** des Netzgerätes.

Während der ersten etwa 5 Minuten wird die Stromstärke beobachtet und reguliert. Sie muss **bei 2 Hülsen zwischen 1.5 – 1.6 A** konstant gehalten werden. Am Aluminiumblech in der Schwefelsäure muss eine starke **Gasentwicklung** einsetzen! Während der weiteren Dauer der Elektrolyse (insgesamt 20 Minuten) wird die Stromstärke etwa alle 5 Minuten kontrolliert und wenn nötig neu eingestellt!

### Vorbereitung der Farbbäder am eigenen Arbeitsplatz

Nach Beginn der Elektrolyse werden die für die **Färbung** am eigenen Arbeitsplatz ausgewählten Farbstofflösungen (höchstens 2) in grossen Reagenzgläsern in einem Wasserbad auf möglichst genau **55°C** erwärmt. Die Temperaturkontrolle erfolgt **in der Farbstofflösung** (nicht im Wasserbad). **Die Einhaltung der Temperatur ist Voraussetzung für eine gleichmässige Färbung.**

### Spülen

Nach 20 Minuten wird die Befestigungsschiene mit den beiden Hülsen vorsichtig aus dem Schwefelsäurebad genommen und in ein Transport-Becherglas gehängt.

Die Hülsen werden mindestens **5 Minuten** in einem 1 Liter-Becherglas unter **voll aufgedrehtem Wasserhahn gespült**. Danach werden die Hülsen **½ Minute** mit **destilliertem Wasser** aus der Spritzflasche abgespritzt (auch in die Hülsen spritzen!), bis das aus der Hülse tropfende Wasser neutral ist. Dies wird mit ca. 2 cm langen pH-Indikatorpapier-Streifen geprüft. Die Hülsen werden nun in ein mit destilliertem Wasser gefülltes Reagenzglas gestellt und darin herumtransportiert. **Sie dürfen nicht an der Luft trocknen.**

### Färben

Im noch feuchten Zustand werden die Hülsen in die warme **Farbstofflösung** (möglichst genau **55 °C**) getaucht. Die maximale Farbintensität ist nach **1-3 Minuten** erreicht.

**Tipps für spezielle Farbe-Variationen werden mündlich gegeben!**

Nun werden die Kugelschreiberhülsen mit dest. Wasser aus der Spritzflasche gespült und für etwa 1 Minute in das Bad mit destilliertem Wasser neben dem Sealsalz-Bad gestellt.

### Fixierung der Farbe im Sealsalz-Bad

Zur Verdichtung der Poren wird die Hülse anschliessend etwa **5 Minuten** in **sealsalzhaltigem Wasser gekocht** und gut mit destilliertem Wasser gespült.

Vor dem Zusammensetzen des Kugelschreibers wird die Hülse auch innen getrocknet.

### Aufgaben

1. Welche chemische Reaktion spielt sich ab, wenn die Aluminium-Hülse zur Vorbehandlung in Natronlauge (=gelöstes Natriumhydroxid) getaucht wird? Hinweis: Es entsteht ein gelöster Komplex aus einem Aluminium-Ion mit 4 Hydroxid-Ionen als Liganden ( $Al(OH)_4^{\ominus}$ ).
2. Was bezweckt die Reinigung der Hülse in der Natronlauge?
3. Weshalb spricht man von **anodischer Oxidation**?
4. Weshalb funktioniert das Eloxalverfahren nicht als Korrosionsschutz für Eisen?