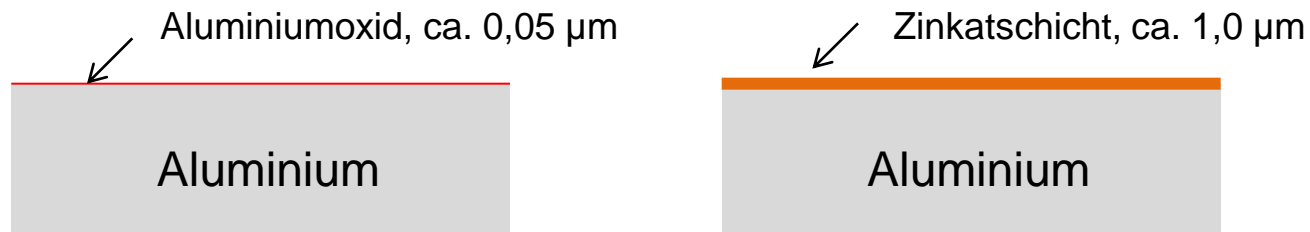


## Die galvanische Beschichtung von Aluminium



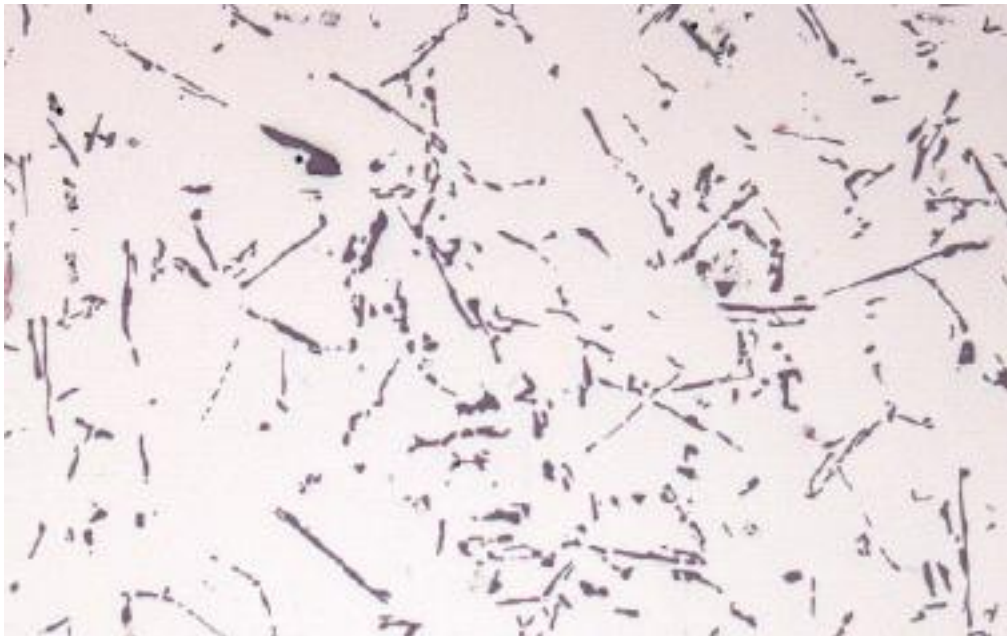
# Die Herausforderung

- Zum galvanisieren bedarf es einer metallisch reinen Oberfläche. Aluminium ist sehr unedel (Normalpotential:  $-1,676\text{ V}$ ) und bildet binnen Sekunden eine dichte Oxidschicht aus. Auf einer Oxidschicht sind haftfeste Schichten nicht möglich. Um dies zu vermeiden, wird meist eine Zwischenschicht, eine sogenannte „Zinkatschicht“ aufgetragen.



# Die Herausforderung

- Die zahlreiche Legierungen bei Aluminium erfordern unterschiedliche Vorbehandlungsarten. Die Vorbehandlungen für verschiedene Al-Legierungen können sich in Chemie, Behandlungsfolge und Behandlungszeiten teils sehr stark unterscheiden. Typische Legierungspartner sind Silizium, Magnesium, Zink, Kupfer, Beryllium und Chrom.

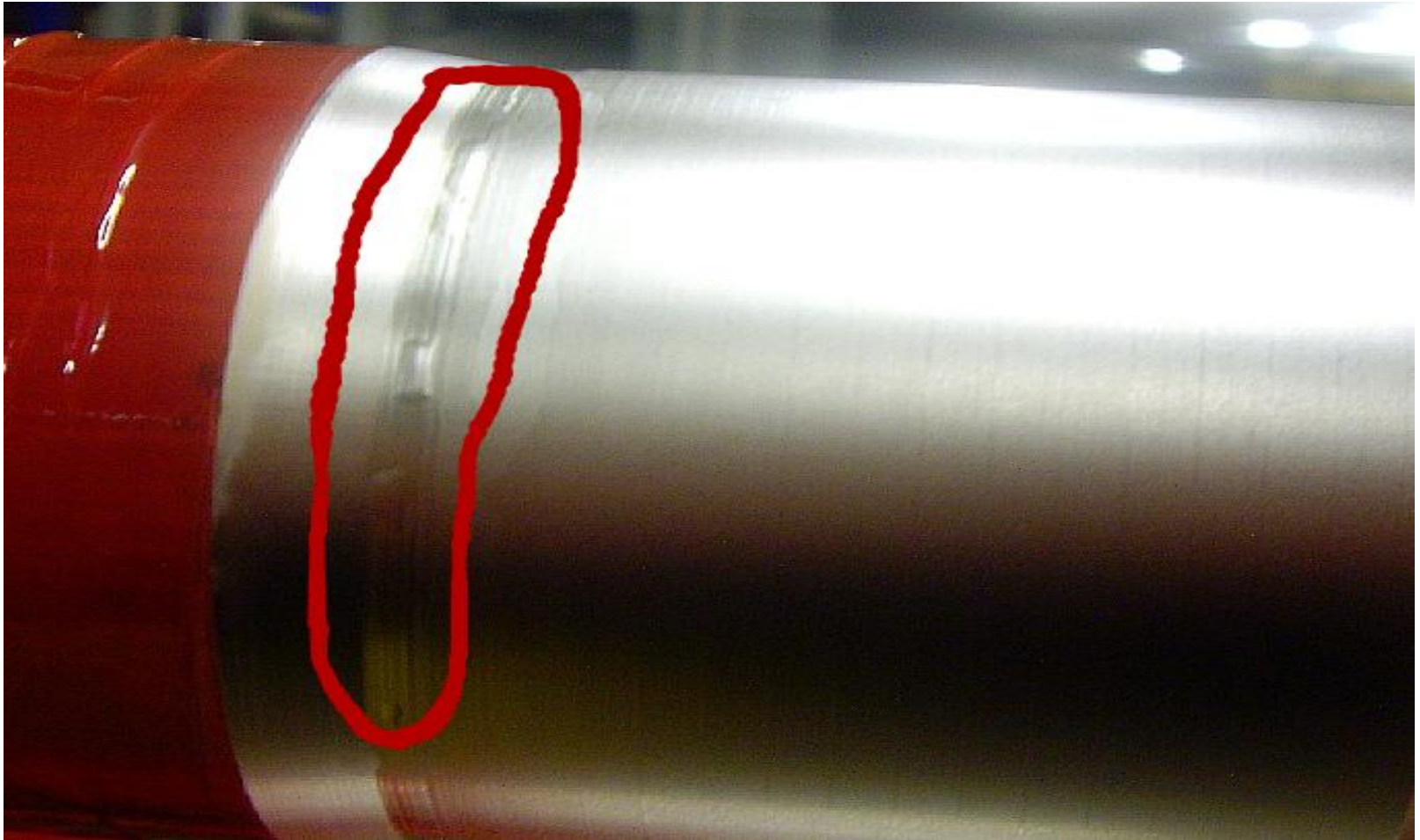


Schliffbild von Aluminium. Die grauen Stellen sind Silizium.

# Die Herausforderung

- Die mechanische Bearbeitung von Aluminium vor dem galvanisieren hat auf die Beschichtungsqualität einen sehr hohen Einfluss. Problematisch sind vor allem große Rauheiten, Verschmierungen von Poren und Einschluss von Fremdstoffen. Besonders die Verschmierungen sind tückisch, weil sie nicht oder erst nach der Vorbehandlung zu erkennen sind. Eine ehemals glatte Oberfläche kann deshalb nach der Vorbehandlung sehr rau wirken, ohne das typische Bild einer Überbeizung zu zeigen.

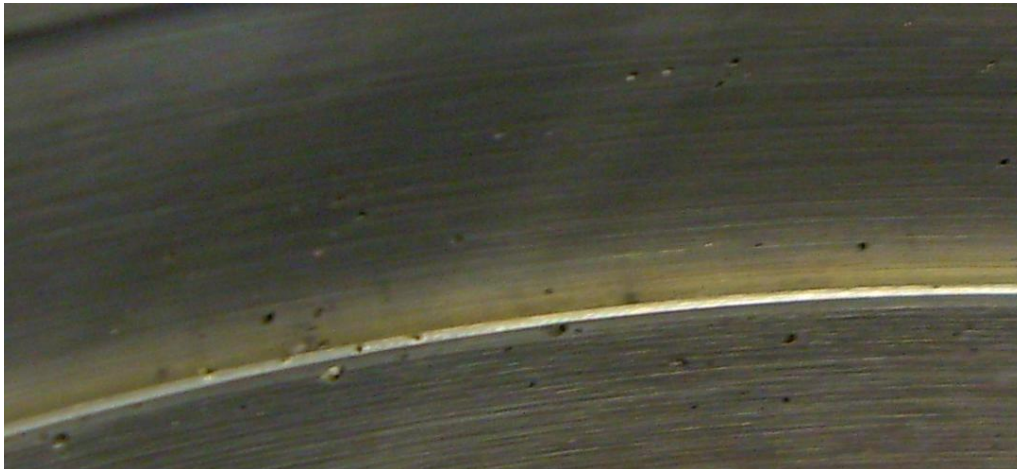
# Die Herausforderung



Unterschiedliche Oberflächenzustände durch die mechanische Bearbeitung. Die Problemzone ist rot umrandet.

# Die Herausforderung

- Poren. Je mehr Poren und je größer die Poren sind, umso schwieriger ist die Beschichtbarkeit. Besonders kritisch ist bei großen Poren, dass durch den Einschluss von Behandlungsschemie zeitverzögert Korrosion entstehen kann. Wenn Poren durch die mechanische Bearbeitung zugeschmiert wurden, können diese durch die chemische Vorbehandlung wieder freigelegt werden. Dies kann ebenfalls zur Korrosion, aber vor allem zu einer rauen, ungleichmäßigen Oberfläche führen. Die Oberfläche kann dadurch überbeizt wirken.



Poren und Lunker im Vormaterial. Probleme bei der Beschichtung sind hier vorprogrammiert.

# Die Herausforderung

- Lunker sind bei der Erstarrung gegossener Teile entstandene Hohlräume. Lunker treten beim Vergießen von Schmelzen einzeln oder gehäuft auf. Lunker können u.U. zu massiven Beschichtungsfehlern führen, nicht nur bei Aluminium. Sie sind wesentlich größer als Poren und ihre Oxidschicht ist kompakter.



# Die Herausforderung

**Wichtig:** Eine möglichst hohe Prozesssicherheit der galvanischen Beschichtung setzt eine möglichst gleichbleibend hohe Qualität des Vormaterials voraus!

Die Schwierigkeit bei der Beschichtung von Aluminium ist die Abstimmung zwischen dem Material und der erforderlichen Vorbehandlung.





# Vorbehandlungsarten

Die passende Vorbehandlung für eine Aluminiumoberfläche ist abhängig von folgenden Einflüssen:

- Legierung
- Verschmutzungsgrad der Oberfläche
- Oberflächenstruktur
- Porosität
- Verfahrenstechnik der Beschichtung



# Vorbehandlungsarten

## Legierung

Unterschiedliche Bestandteile in unterschiedlichen Konzentrationen und Kombinationen benötigen unterschiedliche Behandlungsarten. Bei Zink und Magnesium steigt mit dem Anstieg der Konzentration die Gefahr der Überbeizung. Kupfer kann das Auftragen der Zinkatbeize erschweren, Silizium als größere Anhäufung macht eine Beschichtung besonders schwer.

# Vorbehandlungsarten

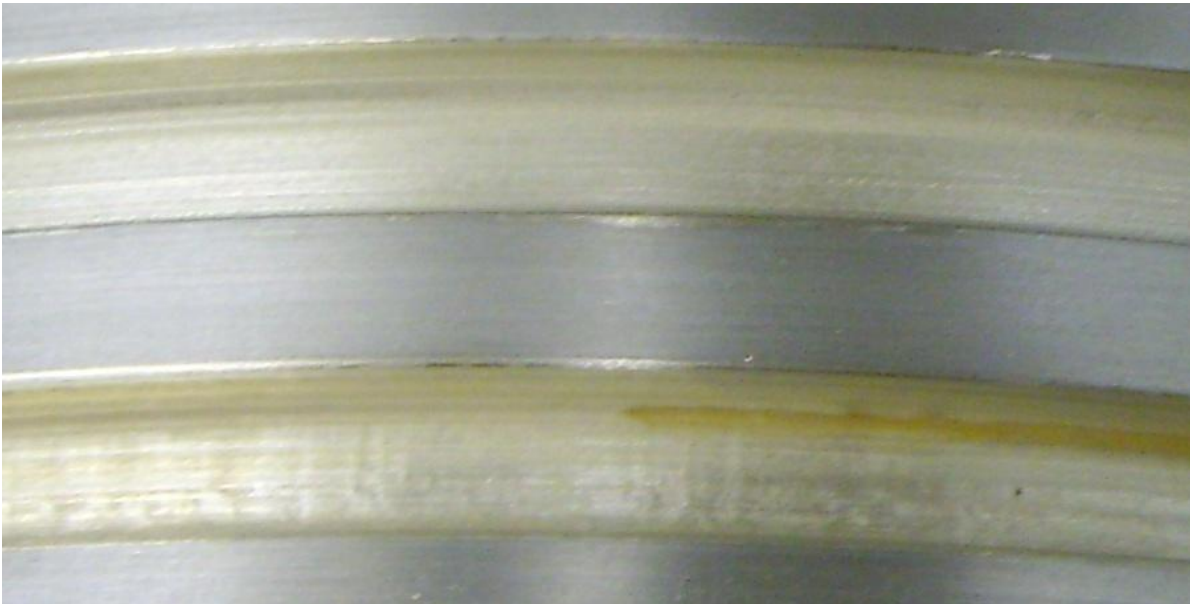
## Verschmutzungsgrad der Oberfläche

Öle, Fette, Staub, Dreck, Oxide, Kleberückstände und vieles mehr muss vor der galvanischen Beschichtung perfekt entfernt werden. In den meisten Fällen geschieht dies chemisch, bei schwierigen Oberflächen kann die erste Vorbehandlungsstufe auch mechanisch erfolgen, etwa durch Schleifen, Bürsten, Sandstrahlen, Schmirgeln etc.

# Vorbehandlungsarten

## Oberflächenstruktur

Mit der Oberflächenstruktur sind Rauheit, Korngröße und allgemeine Beschaffenheit gemeint. Diese Einflussgrößen haben vor allem auf das Beizverhalten einen großen Einfluss.



Unterschiedliche mechanische Bearbeitungen bringen unterschiedliche Ergebnisse hervor.

Oben: mit Diamantwerkzeug gefräst.

Unten mit einem alten Stahlwerkzeug.

# Vorbehandlungsarten

## Porosität

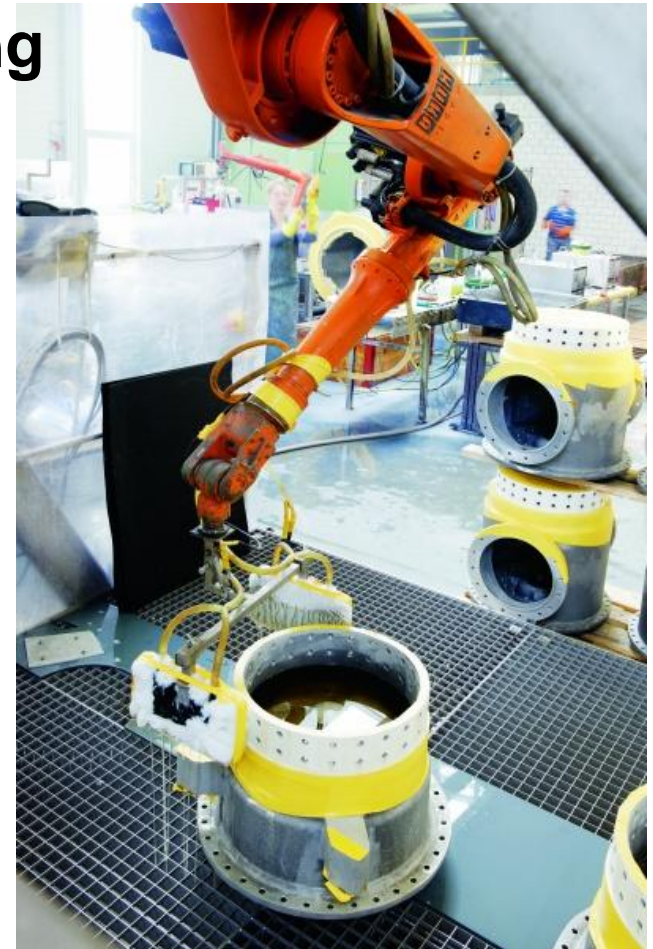
Wie bereits beschrieben, können Poren zu unterschiedliche Fehler führen, welche oft erst zu spät bemerkt werden. Bei Materialien mit offensichtlichen Poren wird meist versucht sanft, aber mechanisch zu behandeln, da die Einwirkung von zu aggressiver Chemie in diesem Fall schlecht zu steuern ist.



# Vorbehandlungsarten

## Verfahrenstechnik der Beschichtung

Je nach Verfahrenstechnik (Tampon, Gestellanlage, Handgalvanik) können sich Behandlungsabläufe mehr oder minder stark unterscheiden.



# Vorbehandlungsarten

Unsere Aufgabe besteht darin, die effektivste und zugleich schonendste Vorbehandlung anzuwenden, um eine einwandfrei haftfeste Schicht zu erhalten.



# Vorbehandlungsarten

## Mechanisch

Bürsten  
Schmirkeln  
Schleifen  
Sandstrahlen

## Chemisch

Entfetten  
Dekapieren  
sauer Beizen  
Fluoridhalige Beize  
alkalisch Beizen  
Zinkatbeize



# Vorbehandlungsarten

## Beispiel für einen Behandlungsablauf:

- Abkochentfettung
- Alkalische Beize
- Dekapierung / saure Beize
- Fluoridhaltige Beize
- saure Beize
- Zinkatbeize
- Dekapierung / saure Beize
- Zinkatbeize
- Beschichtung



# Das Zinkat-Verfahren

Das Zinkat-Verfahren ist eines der entscheidenden Schritte bei der galvanischen Beschichtung von Aluminium.

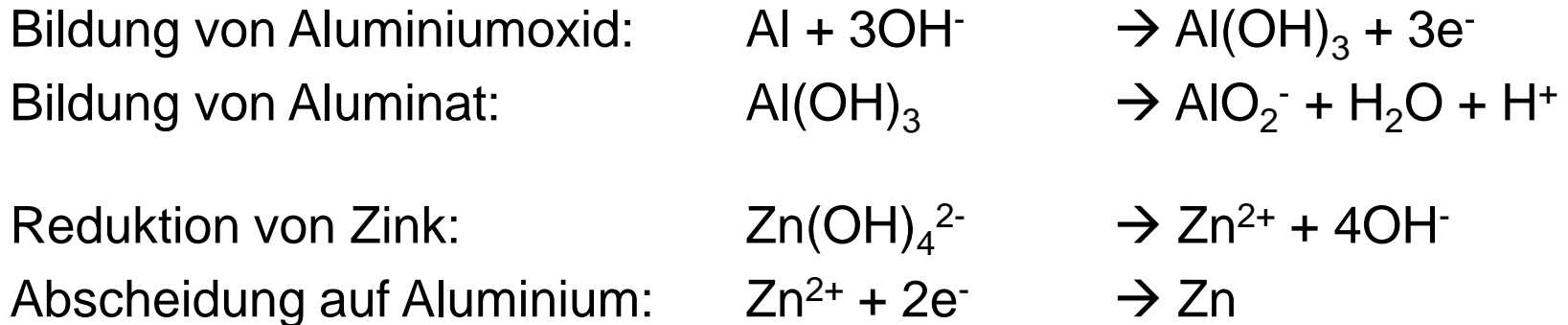
In der Zinkatbeize wird die Oberfläche des Aluminiums aktiviert und die natürliche Oxidschicht entfernt. Eine dünne, leitfähige Zwischenschicht wird außenstromlos abgeschieden, welche die Reoxidation der Oberfläche bis zum Einbringen in das anschließende Beschichtungsbad unterbindet und eine gute Haftung zur Beschichtung bewirkt.

# Das Zinkat-Verfahren

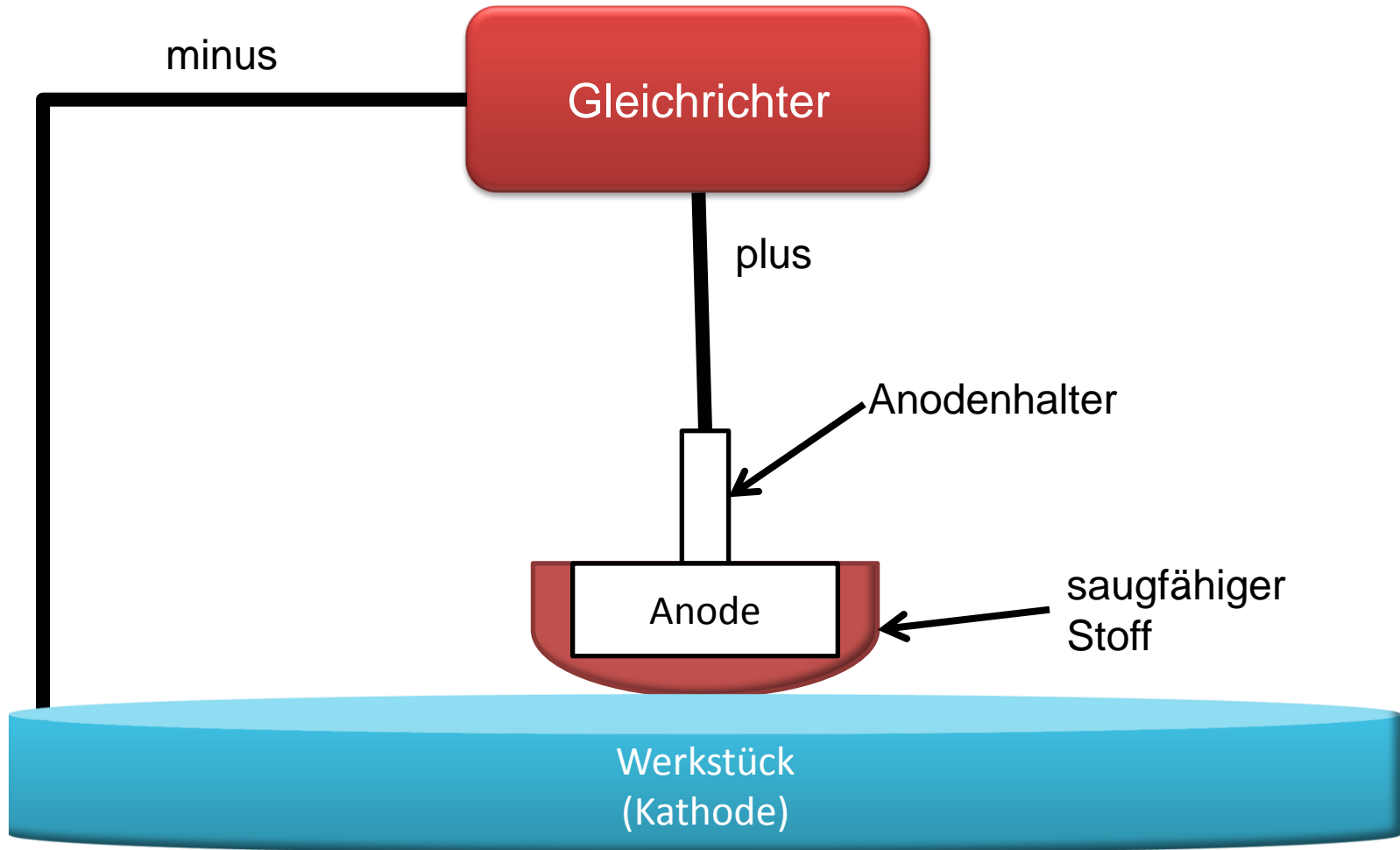
Je nach Material und Zinkatbeize muss die Zinkatschicht nach der ersten Behandlung wieder entfernt und erneut aufgetragen werden, um eine feinere, dichtere Struktur zu erhalten. Die Zinkatschicht besteht überwiegend aus Zink, kann aber auch andere Metalle wie Kupfer, Nickel oder Eisen enthalten.

Wichtig bei einer Zinkatschicht ist, dass diese haftfest und gleichmäßig dicht ist, damit es zu keiner Reoxidation des Aluminiums kommt. Eine bestimmte Dicke der Schicht ist Sekundär, wenn diese Kriterien erfüllt sind.

# Das Zinkat-Verfahren



# Aluminium und Tampon



# Aluminium und Tampon

## Vorteile des Tampon-Verfahrens bei der Beschichtung von Aluminium:

- mechanische Einwirkung des Tampons
- dadurch kein Wasserstoffinduzierter Sprödbruch (Wasserstoffversprödung)
- perfekte optische Kontrolle bei jedem Behandlungsschritt
- immer frische Chemie, da nach jeder Behandlung die „alte“ Chemie verworfen wird → dadurch keine Anreicherung von störenden Stoffen
- sehr schnelle Wechsel zwischen zwei Behandlungsstufen möglich (Stichwort „Überhebzeiten“ bei Anlagen)

# Zusammenfassung

Die Beschichtung von Aluminium hat ihre Tücken. Für einen dauerhaft sicheren Prozessablauf muss die Produktionskette vom Vormaterial bis zur Galvanik in Einklang gebracht werden, besonders bei mechanisch bearbeiteten und gegossenen Materialien.

Die Vorbehandlung von Aluminium muss auf das Material in seiner Gesamtheit (Legierung, Materialzustand, Oberflächenzustand, Geometrie) abgestimmt werden. Änderungen oder Abweichungen in der Prozesskette erfordern meist auch eine Anpassung der Vorbehandlung von Aluminium.