

ISE-Spezifikation Al-01-2026

Für den Vergleich und die Bewertung von hochreinem Aluminium für Elektronik-, Halbleiter- und Dünnschichtanwendungen empfiehlt ISE die Analyse der folgenden Verunreinigungselemente:

Li, Na, K, Mg, Ca, Si, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Pb, Bi

Zusätzlich sollten folgende nichtmetallische Elemente separat bestimmt werden:

O, C, N

Diese Elementliste entspricht weitgehend den marktüblichen Anforderungen für 5N- und 6N-Aluminium sowie für hochreine Werkstoffe in der Elektronik-, Halbleiter- und Targetindustrie.

Hintergrund der Elementauswahl

Die vorgeschlagene Kernliste basiert auf drei wesentlichen Kriterien:

1. Typische Verunreinigungen aus Herstellungs- und Raffinationsprozessen
2. Einfluss auf elektrische, mechanische und chemische Materialeigenschaften
3. Übliche Spezifikationsanforderungen von Elektronik-, Halbleiter- und Targetherstellern

Kritische Elementgruppen

Alkalimetalle

Li, Na, K

Diese Elemente zählen zu den kritischsten Verunreinigungen in elektronischen Anwendungen.

Mögliche Auswirkungen:

- Hohe Ionenmobilität
- Migration in Oxidschichten
- Erhöhte Leckströme
- Langzeitinstabilität elektronischer Bauteile

Insbesondere Natrium und Kalium sind für Halbleiteranwendungen streng limitiert. Ihre Entfernung erfordert aufwendige Raffinationsschritte und beeinflusst den Materialwert erheblich.

Ein Aluminium mit:

- Na = 5 ppm

ist deutlich weniger wert als

- Na < 0,05 ppm

für Halbleiteranwendungen.

Erdalkalimetalle

Mg, Ca

Typische Quellen:

- Elektrolyseprozesse
- Schmelzbehandlung
- Feuerfestmaterialien

Mögliche Auswirkungen:

- Oxidbildung
- Nichtmetallische Einschlüsse
- Verminderte Dünnschichtqualität

Niedrige Gehalte an Magnesium und Calcium gelten als Indikator für hochwertige Raffination.

Silizium

Si

Silizium ist die häufigste klassische Verunreinigung in Aluminium.

Bereits geringe Konzentrationen können beeinflussen:

- Elektrische Leitfähigkeit
- Gefügeentwicklung
- Rekristallisationsverhalten

Silizium zählt zu den wichtigsten Parametern bei der Bewertung hochreiner Aluminiumqualitäten.

Übergangsmetalle

Ti, V, Cr, Mn

Diese Elemente sind typische Übergangsmetall-Verunreinigungen.

Diese Elemente können verursachen:

- Ausscheidungen
- Intermetallische Phasen
- Verringerte elektrische Leitfähigkeit

Besonders relevant sind sie für:

- Sputtertargets
- Dünnschichtanwendungen
- Halbleitermetallisierungen

Eisen

Fe

Eisen ist die bedeutendste metallische Verunreinigung in Aluminium.

Bereits wenige ppm können:

- Die elektrische Leitfähigkeit reduzieren
- Die Mikrostruktur verändern
- Die Materialperformance beeinträchtigen

Fe wird daher häufig als Hauptparameter für die Bewertung von 4N-, 5N- und 6N-Aluminium herangezogen.

Elektrisch aktive Übergangsmetalle

Co, Ni

Diese Elemente sind insbesondere kritisch für:

- Halbleiteranwendungen
- Elektronische Dünnschichten
- Targetmaterialien

Niedrige Konzentrationen gelten als Kennzeichen hochwertiger Raffinationsprozesse.

Typische Kreuzkontaminationen

Cu, Zn

Mögliche Quellen:

- Recyclingströme
- Legierungsanlagen
- Produktionsanlagen

Mögliche Auswirkungen:

- Veränderung der Leitfähigkeit
- Beeinflussung des Korrosionsverhaltens
- Veränderung von Dünnschichteigenschaften

Gallium

Ga

Gallium weist in Aluminium ein besonderes Verhalten auf.

Mögliche Auswirkungen:

- Beeinflussung von Korngrenzen
- Veränderung der Materialstabilität

Daher wird Gallium insbesondere in elektronischen Anwendungen häufig spezifiziert.

Tramp-Elemente

Pb, Bi

Diese Elemente können:

- An Korngrenzen segregieren
- Mechanische Eigenschaften beeinflussen
- Versprödung fördern

In hochreinem Aluminium werden sie daher häufig auf sehr niedrige Konzentrationen begrenzt.

Nichtmetallische Verunreinigungen

Warum O, C und N separat?

Diese Elemente werden oft nicht zuverlässig zusammen mit den Metallverunreinigungen bewertet.

Sauerstoff (O)

Beeinflusst:

- Oxidschichten
- Sputterverhalten
- Schmelzqualität

Kohlenstoff (C)

Hinweis auf:

- Organische Verunreinigungen
- Produktionsrückstände

Stickstoff (N)

Kann:

- Nitride bilden
- Dünnschichtprozesse beeinflussen

Bedeutung für die Preisbewertung

Die empfohlene Kernliste deckt die wesentlichen preisrelevanten Verunreinigungen hochreiner Aluminiumwerkstoffe ab.

Kategorie

Prozessbedingte Verunreinigungen
Metallische Hauptverunreinigungen
Elektronik- und halbleiterkritische Elemente

Elemente

Li, Na, K, Mg, Ca
Si, Fe, Cu, Zn
Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Pb, Bi

Diese 18 Elemente sowie die separate Bestimmung von Sauerstoff, Kohlenstoff und Stickstoff erfassen typischerweise mehr als 90 % der preisrelevanten Verunreinigungen in hochreinem Aluminium.

Hinweis

Für die Preisbewertung und Angebotsvergleichbarkeit ist diese Kernanalytik in den meisten Fällen ausreichend.

Für die vollständige Qualifizierung von 6N- oder 7N-Aluminium werden hingegen häufig umfassende GD-MS-Vollanalysen mit 40 bis 70 Elementen gefordert.