

Spezifikationen für das Anodisieren von Aluminium auf Schwefelsäurebasis zum Führen des QUALANOD- Qualitätszeichens

**Ausgabe
01.01.2020**

GÜLTIG AB 1. Januar 2020

Vom Verband der Oberflächenveredelung von Aluminium VOA e. V. veranlasste deutsche
Übersetzung vom 16.06.2020

Diese Ausgabe ersetzt die vorhergehende Ausgabe (01.01.2019) und
kann durch Aktualisierungsblätter ergänzt werden.

Die jeweilig gültigen Aktualisierungsblätter stehen im Internet zur Verfügung unter:
www.QUALANOD.net

DEUTSCHE VERSION
Herausgegeben vom Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V.
(VOA)

INHALT

1 Einleitung	6
2 Anwendungsbereich	6
3 Sprache	7
4 Referenzen	7
5 Begriffe	9
5.1 Anodisieren im Architekturbereich	9
5.2 Dekoratives Anodisieren	9
5.3 Generallizenznehmer.....	9
5.4 Harteloxieren	9
5.5 Anodisieren im Industriebereich.....	10
5.6 Zulassungsfähiges Produkt.....	10
5.7 Logo	10
5.8 Los	10
5.9 Losabnahmeprüfung.....	10
5.10 QUALANOD	10
5.11 Qualitätszeichen	10
5.12 Vorschriften	10
5.13 Spezifikationen	10
5.14 Unterlizenz	10
5.15 Unterlizenznehmer.....	11
5.16 Prüfinstitut	11
6 Lizenzerteilung an Anodisierbetriebe	11
6.1 Allgemeines	11
6.2 Erteilung einer Lizenz	13
6.3 Erneuerung einer Lizenz.....	14
6.4 Entzug einer Lizenz	15
6.5 Änderung der zulassungsfähigen Produkte einer Lizenz	16
7 Bestimmungen für die Verwendung des Qualitätszeichens	16
7.1 Eigentum am Qualitätszeichen	16
7.2 Register der Lizenzinhaber	16
7.3 Qualifikationen des Antragstellers.....	16
7.4 Produkte, die durch die Lizenz abgedeckt sind	17

7.5	Verwendung des Qualitätszeichens durch den Lizenzinhaber	17
7.6	Kommunikation.....	18
8	Inspektionen	18
8.1	Allgemeines	18
8.2	Umfang der Inspektionen.....	19
8.3	Prüfung der Produkte.....	19
8.4	Prüfung der Verfahren	22
9	Prüfmethoden für Produkte	22
9.1	Allgemeines	22
9.2	Schichtdickenmessung	22
9.3	Verdichtungsprüfungen.....	23
9.4	Aussehen	24
9.5	Korrosionsbeständigkeit.....	25
9.6	Beständigkeit gegen Verschleiß/Abrieb	25
9.7	Mikrohärte	26
9.8	Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung.....	26
9.9	Beständigkeit gegen Licht und UV-Strahlung.....	27
9.10	Elektrische Durchschlagsspannung	27
9.11	Kontinuität der Beschichtung	27
9.12	Oberflächendichte.....	27
9.13	Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse.....	27
9.14	Zusammenfassung der Produktprüfungen für die verschiedenen Arten der Anodisierung.....	28
10	Zulassung neuer Verfahren und Produkte.....	29
11	Richtlinien für Produkte und Verfahren.....	30
11.1	Allgemeines	30
11.2	Das zu anodisierende Aluminium.....	30
11.3	Die Dicke anodisch erzeugter Oxidschichten	32
11.4	Aussehen	33
11.5	Ausstattung von Anodisierbetrieben	33
11.6	Verfahren der Anodisierbetriebe	35
11.7	Reinigung und Wartung	43
12	Anhang – Anodisieren im Architekturbereich	45
12.1	Einleitung.....	45
12.2	Umfang.....	45

12.3	Qualitätszeichen	45
12.4	Vereinbarungen mit Kunden	45
12.5	Reklamationen.....	46
12.6	Labor und Prüfgeräte.....	46
12.7	Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen	47
12.8	Prozessanforderungen	51
12.9	Methoden der Prozesskontrolle	53
12.10	Dokumentation der Produktionskontrolle.....	54
12.11	Inspektionen	55
13	Anhang – Anodisieren im Industriebereich	57
13.1	Einleitung.....	57
13.2	Umfang.....	57
13.3	Qualitätszeichen	57
13.4	Vereinbarungen mit Kunden	57
13.5	Reklamationen.....	59
13.6	Labor und Prüfgeräte.....	59
13.7	Vom Lizenznehmer auszuführende Produktprüfungen	60
13.8	Prozessanforderungen	64
13.9	Methoden der Prozesskontrolle	65
13.10	Dokumentation der Produktionskontrolle.....	67
13.11	Inspektionen	68
14	Anhang – Dekoratives Anodisieren.....	70
14.1	Einleitung.....	70
14.2	Umfang.....	70
14.3	Qualitätszeichen	70
14.4	Vereinbarungen mit Kunden	70
14.5	Reklamationen.....	71
14.6	Labor und Prüfgeräte.....	71
14.7	Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen	72
14.8	Prozessanforderungen	76
14.9	Methoden der Prozesskontrolle	77
14.10	Dokumentation der Produktionskontrolle.....	79
14.11	Inspektionen	80
15	Anhang - Harteloxieren	82
15.1	Einleitung.....	82
15.2	Umfang.....	82

15.3 Qualitätszeichen	82
15.4 Vereinbarungen mit Kunden	82
15.5 Reklamationen.....	83
15.6 Labor und Prüfgeräte.....	83
15.7 Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen	84
15.8 Prozessanforderungen	87
15.9 Methoden der Prozesskontrolle	87
15.10 Dokumentation der Produktionskontrolle.....	88
15.11 Inspektionen	88

1 Einleitung

QUALANOD ist eine Qualitätszeichenvereinigung, die 1974 von verschiedenen nationalen Verbänden gegründet wurde und die Anodiseure im Architekturbereich, der Europäischen Vereinigung der Anodiseure (EURAS) in Verbindung mit der Europäischen Aluminium-Halbzeug-Vereinigung (EWAA) umfasst. 1982 trat der Europäische Aluminiumverband (EAA; heute European Aluminium, EA) die Nachfolge der EWAA an, während 1994 der Europäische Dachverband der Aluminium-Oberflächenveredelung (ESTAL) auf die EURAS folgte. 2004 wurde das Betätigungsfeld von QUALANOD auf das Anodisieren von Aluminium auf Schwefelsäurebasis für weitere Anwendungen ausgedehnt.

QUALANOD verpflichtet sich, die Qualität von anodisiertem Aluminium zu erhalten und zu fördern.

Diese Spezifikationen umfassen Vorgaben, die von den Lizenznehmern und potenziellen Lizenznehmern strikt eingehalten werden müssen, sowie Empfehlungen für Lizenznehmer. Darüber hinaus liefern sie den Lizenznehmern maßgebliche Informationen über Maßnahmen von Generallizenznehmern, Prüfinstituten und QUALANOD. Generallizenznehmer sind durch QUALANOD autorisiert, Anodisierbetriebe zu ermächtigen, das QUALANOD-Qualitätszeichen zu verwenden. Die Generallizenznehmer regulieren auch die Prüfinstitute.

Diese Spezifikationen entsprechen der Norm ISO 7599, eine Methode, die die dekorative und schützende Anodisierung einschließlich der Anodisierung im Architekturbereich spezifiziert, es sei denn, es wird etwas anderes angegeben, und die darüber hinaus die Vorgaben der Norm ISO 10074, eine Spezifikation für das Harteloxieren, einschließt.

Diese Spezifikationen sind in Paragraphen unterteilt und beinhalten eine Reihe von Anhängen. Die Paragraphen decken allgemeine Vorgaben, die für jeden Lizenznehmer gelten, sowie die Verfahren von Lizenzvergabe, Inspektionen, Verwendung des Qualitätszeichens und Vorgaben für die Produktprüfungen ab. Richtlinien und Empfehlungen zu Produkten und Verfahren werden ebenfalls von diesen Spezifikationen abgedeckt.

Jeder Anhang definiert eine spezifische Art der Anodisierung (siehe auch Paragraph 5) und gibt die damit verbundenen Vorgaben zur Einhaltung dieser Spezifikationen an. Die Anhänge umfassen:

- Anodisieren im Architekturbereich
- Anodisieren im Industriebereich
- Dekoratives Anodisieren
- Harteloxieren

Um zu erfahren, wie die Vorgaben dieser Spezifikationen erfüllt werden können, muss ein Lizenznehmer, abhängig von den in seiner Lizenz aufgeführten zulassungsfähigen Produkten, in den entsprechenden Anhängen nachlesen.

2 Anwendungsbereich

Diese Spezifikationen beschreiben die Vorgaben für das Anodisieren auf Schwefelsäurebasis und die Produkte, die dadurch erzeugt werden.

Anodisieren auf Schwefelsäurebasis wird in der Norm ISO 7583 als Anodisieren in Elektrolyten basierend auf Schwefelsäure definiert.

Diese Spezifikationen gelten nicht für:

- Das Anodisieren von lithographischen Platten

- Das Anodisieren als Vorbehandlung vor dem Auftragen einer Pulverbeschichtung, eines Lacks oder eines Klebstoffs
- Das Anodisieren bei der Erzeugung einer kombinierten Beschichtung.

3 Sprache

Die Version in englischer Sprache ist die offizielle Version dieser Spezifikationen.

In der englischen Version haben bestimmte Verbalformen spezielle Bedeutungen, die den Vorgaben der ISO/IEC-Richtlinien, Teil 2, Anhang H entsprechen.

Die folgenden Verbalformen geben die Vorgaben zur Erfüllung dieser Spezifikationen an, die strikt eingehalten werden müssen und von denen keine Abweichung erlaubt ist:

muss/müssen [englisch: shall]

darf/dürfen nicht [englisch: shall not]

Die folgenden Verbalformen geben an, dass unter mehreren Möglichkeiten eine als besonders geeignet empfohlen wird, oder dass eine bestimmte Vorgehensweise bevorzugt, aber nicht zwangsläufig erforderlich ist, oder dass (in der negativen Form) eine Möglichkeit oder eine Vorgehensweise abgelehnt wird, aber nicht unzulässig ist:

soll/sollen [englisch: should]

soll/sollen nicht [englisch: should not]

Die folgenden Verbalformen geben eine zulässige Vorgehensweise innerhalb der Beschränkungen dieser Spezifikationen an:

darf/dürfen [englisch: may]

muss/müssen nicht [englisch: need not]

Die folgenden Verbalformen werden für Aussagen der Möglichkeit oder Fähigkeit, das Material, die Physik oder die Ursache betreffend verwendet:

kann/können [englisch: can]

kann/können nicht [englisch: cannot]

4 Referenzen

Die folgenden Dokumente können für die Anwendung dieser Spezifikationen wichtig sein: Bei datierten Referenzen gilt nur die zitierte Ausgabe. Bei undatierten Referenzen gilt das neueste Dokument (einschließlich aller Änderungen):

- EN 485-1, Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bänder, Bleche und Platten - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
- EN 573-3, Aluminium und Aluminiumlegierungen - Chemische Zusammensetzung und Form von Halbzeug - Teil 3: Chemische Zusammensetzung und Erzeugnisformen
- EN 586-1, Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bänder, Bleche und Platten - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
- EN 754-1, Aluminium und Aluminiumlegierungen - Gezogene Stangen und Rohre - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
- EN 755-1, Aluminium und Aluminiumlegierungen - Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
- EN 1090-1: 2009 + A1: 2011, Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken Teil 1: *Vorgaben für die Konformitätsbewertung von Bauteilen*

- EN 12020-1, Aluminium und Aluminiumlegierungen - Stranggepresste Präzisionsprofile aus Legierungen EN AW-6060 und EN AW-6063 - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
- EN 1999-1-1, Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln
- ISO 1463, Metall- und Oxidschichten - Schichtdickenmessung - Mikroskopisches Verfahren (ISO 1463:1982)
- ISO 2085, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bestimmung der Masse je Flächeneinheit (flächenbezogene Masse) von anodisch erzeugten Oxidschichten - Gravimetrisches Verfahren (ISO 2106:2011)
- ISO 2106, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bestimmung der Masse je Flächeneinheit (flächenbezogene Masse) von anodisch erzeugten Oxidschichten - Gravimetrisches Verfahren (ISO 2106:2011)
- ISO 2128, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bestimmung der Dicke von anodisch erzeugten Oxidschichten - Zerstörungsfreie Messung mit Lichtschnittmikroskop (ISO 2128:2010)
- ISO 2135, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Beschleunigte Prüfung der Lichtbeständigkeit von farbigen anodisch erzeugten Oxidschichten mit künstlichem Licht
- ISO 2143, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Abschätzung der Anfärbbarkeit von anodisch erzeugten Oxidschichten nach dem Verdichten - Farbtropfentest mit vorheriger Säurebehandlung (ISO 2143:2010)
- ISO 2360, Nichtleitende Überzüge auf nichtmagnetischen metallischen Grundwerkstoffen - Messen der Schichtdicke - Wirbelstromverfahren (ISO 2360:2003)
- ISO 2376, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bestimmung der elektrischen Durchschlagspannung (ISO 2376:2010)
- ISO 2859-1, Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung) - Teil 1: Nach der annehmbaren Qualitätsgrenzlage (AQL) geordnete Stichprobenpläne für die Prüfung einer Serie von Losen
- ISO 2931, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Prüfung der Qualität von verdichteten, anodisch erzeugten Oxidschichten durch Messung des Scheinleitwertes (ISO 2931:2010)
- ISO 3210, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Prüfung der Qualität von verdichteten, anodisch erzeugten Oxidschichten durch Bestimmung des Masseverlustes nach Eintauchen in Chromphosphorsäure-Lösung (ISO 3210:2010)
- ISO 3211, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Prüfung der Beständigkeit von anodisch erzeugten Oxidschichten gegen Rissbildung bei Verformung (ISO 3211:2010)
- ISO 4516, Metallische und andere anorganische Überzüge - Mikrohärteprüfungen nach Vickers und Knoop (ISO 4516:2002)
- EN 6362-1, Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen - Stranggepresste Stangen, Rohre und Profile - Teil 1: Technische Lieferbedingungen
- ISO 6581, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Vergleichsbestimmung der Beständigkeit von gefärbten, anodisch erzeugten Oxidschichten gegen ultraviolette Licht und Wärme (ISO 6581:2010)
- ISO 6719, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Messung der Reflexionseigenschaften von Aluminiumoberflächen mit Hilfe Ulbrichtscher Kugeln (ISO 6719:2010)
- ISO 7583, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Begriffe
- ISO 7599:2010, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Allgemeine Spezifikationen für anodisch erzeugte Oxidschichten auf Aluminium (ISO 7599:2010)

- ISO 7668, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Messung des gerichteten Reflexionsgrades und des Spiegelglanzes von anodisch erzeugten Oxidschichten bei Winkeln von 20°, 45°, 60° oder 85° (ISO 7668:2010)
- ISO 8251, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Messung der Abriebfestigkeit von anodisch erzeugten Oxidschichten (ISO 8251:2011)
- ISO 8993, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bewertungssystem für Lochkorrosion - Richtreihenmethode (ISO 8993:2010)
- ISO 8994, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Bewertungssystem für Lochkorrosion - Rasterzählmethode (ISO 8994:2011)
- ISO 9227, Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären - Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227:2012)
- ISO 10074, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Spezifikation für hartanodierte Oxidschichten auf Aluminium und seinen Legierungen
- ISO 10215, Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen - Visuelle Bestimmung der Abbildungsschärfe von anodisch erzeugten Oxidschichten - Messgittermethode (ISO 10215:2010)
- ISO 10216, Nahtlose Stahlrohre für Druckbeanspruchungen - Technische Lieferbedingungen - Teil 5: Rohre aus nichtrostenden Stählen
- ISO 11664, Farbmeterik
- ISO/IEC 17025, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2005)
- ISO/IEC 17065, Konformitätsbewertung - Anforderungen an Stellen, die Produkte, Prozesse und Dienstleistungen zertifizieren (ISO/IEC 17065:2012)

5 Begriffe

Für dieses Dokument gelten die Begriffe der ISO 7583 sowie die weiteren folgenden Begriffe.

5.1 Anodisieren im Architekturbereich

Anodisieren zur Erzeugung einer Oberfläche für den Architekturbereich zum Einsatz in dauerhaften, statischen Räumen und im Außenbereich, bei denen Aussehen und lange Lebensdauer wichtig sind.

5.2 Dekoratives Anodisieren

Anodisieren zur Erzeugung einer dekorativen Oberfläche mit einem einheitlichen, ansprechenden Aussehen als Haupteigenschaft.

5.3 Generallizenznehmer

Generallizenznehmer

GL

Organisation, die QUALANOD-Unterlizenzen an Anodisierbetriebe erteilen darf.

Hinweis: Solche Organisationen schließen nationale Verbände und QUALANOD mit ein.

5.4 Harteloxieren

Anodisieren zur Erzeugung einer Beschichtung, deren Haupteigenschaft eine hohe Abriebfestigkeit oder Mikrohärtigkeit ist.

5.5 Anodisieren im Industriebereich

Anodisieren zur Herstellung einer funktionalen Oberfläche, wenn das Aussehen von zweitrangiger Bedeutung ist.

5.6 Zulassungsfähiges Produkt

Produktart wie in den Richtlinien beschrieben, für die der Unterlizenznehmer das Qualitätszeichen verwenden kann.

5.7 Logo

Warenzeichen im Eigentum der Vereinigung für Qualitätskontrolle in der Anodisierindustrie (QUALANOD), Zürich

Hinweis 1: Es gibt fünf Warenzeichen, diese sind in Paragraf 7 dieser Spezifikationen abgebildet.

5.8 Los

Artikel derselben Legierung und Härtestufe, die einen Kundenauftrag umfassen, oder der Teil, der sich im Betrieb befindet.

5.9 Losabnahmeprüfung

Prüfung an einem Produktionslos zur Bestimmung, ob es die Vorgaben dieser Spezifikationen erfüllt.

5.10 QUALANOD

Vereinigung für Qualitätskontrolle in der Anodisierindustrie, Zürich (Schweiz)

5.11 Qualitätszeichen

Qualitätszeichen

Das Zertifizierungssystem von QUALANOD inklusive der Logos von QUALANOD

5.12 Vorschriften

Vorschriften für die Verwendung des QUALANOD-Qualitätszeichens für das Anodisieren von Aluminium auf Schwefelsäurebasis.

5.13 Spezifikationen

Spezifikationen für das Anodisieren von Aluminium auf Schwefelsäurebasis zum Führen des Qualitätszeichens, die von QUALANOD herausgegeben und von Zeit zu Zeit aktualisiert werden.

5.14 Unterlizenz

Lizenz

Bescheinigung, die von oder im Namen von QUALANOD ausgestellt wird und die Verwendung des Qualitätszeichens gemäß den aktuellen Vorschriften genehmigt.

5.15 Unterlizenznehmer

Lizenzinhaber

Inhaber

Lizenznehmer

Anodisierbetrieb mit der Genehmigung zur Verwendung des Qualitätszeichens

5.16 Prüfinstitut

Prüfinstitut

Organisation, die gemäß ISO/ICE 17025 für die von QUALANOD vorgeschriebenen Prüfungen akkreditiert und von einem Generallizenznehmer beauftragt ist, die Zuständigkeit für das Prüfen der Anodisierbetriebe von Lizenznehmern zu übernehmen.

Hinweis: Inspektoren werden von den Prüfinstituten oder einem Generallizenznehmer, die gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert sind, ernannt.

6 Lizenzerteilung an Anodisierbetriebe

6.1 Allgemeines

Dieser Paragraph liefert allgemeine Informationen zur Funktion des Inspektors, der Prüfinstitute, der Generallizenznehmer und QUALANOD. Er beinhaltet darüber hinaus erforderliche Maßnahmen des Lizenznehmers oder potenziellen Lizenznehmers.

Generallizenznehmer agieren unter der Aufsicht von QUALANOD. In Abhängigkeit davon, über welche Ressourcen der Generallizenznehmer verfügt, kann QUALANOD mehr oder weniger Verantwortung übernehmen.

6.1.1 Betriebspersonal

Die korrekte Durchführung von Flüssigkeitsanalysen und/oder Prüfungen an Fertigprodukten ist von großer Wichtigkeit. Betriebspersonal sowohl des Lizenznehmers wie auch von Unterauftragnehmern, das für jedwede Analysen oder Prüfungen verantwortlich ist, sollte daher ordnungsgemäße Schulungen erhalten haben.

6.1.2 Zulassungsfähige Produkte

Eine QUALANOD-Lizenz spezifiziert die zulassungsfähigen Produkte, für die der Anodisierbetrieb das Qualitätszeichen verwenden kann. Diese Produkte werden durch Hinweis auf die Anhänge dieser Spezifikationen kenntlich gemacht. Die Anhänge umfassen:

- Anodisieren im Architekturbereich
- Anodisieren im Industriebereich
- Dekoratives Anodisieren
- Harteloxieren

Die Geschäftsstelle von QUALANOD stellt Lizenzurkunden aus, auf denen die zulassungsfähigen Produkte aufgeführt sind.

6.1.3 Inspektionen

Ein Anodisierbetrieb, der eine QUALANOD-Lizenz erteilt oder erneuert bekommen möchte, wird geprüft, um festzustellen, ob er diese Spezifikationen erfüllt. Bei einem Inspektionstermin führt der Inspektor jeweils die Inspektion für jedes zulassungsfähige Produkt durch, für das der Anodisierbetrieb das Qualitätszeichen verwenden möchte. Beachten Sie, dass der Inspek-

tionstermin vollkommen zufriedenstellend oder vollkommen unbefriedigend oder teilweise zufriedenstellend ausfallen kann. Er kann für manche der zulassungsfähigen Produkte zufriedenstellend ausfallen, für andere wiederum nicht.

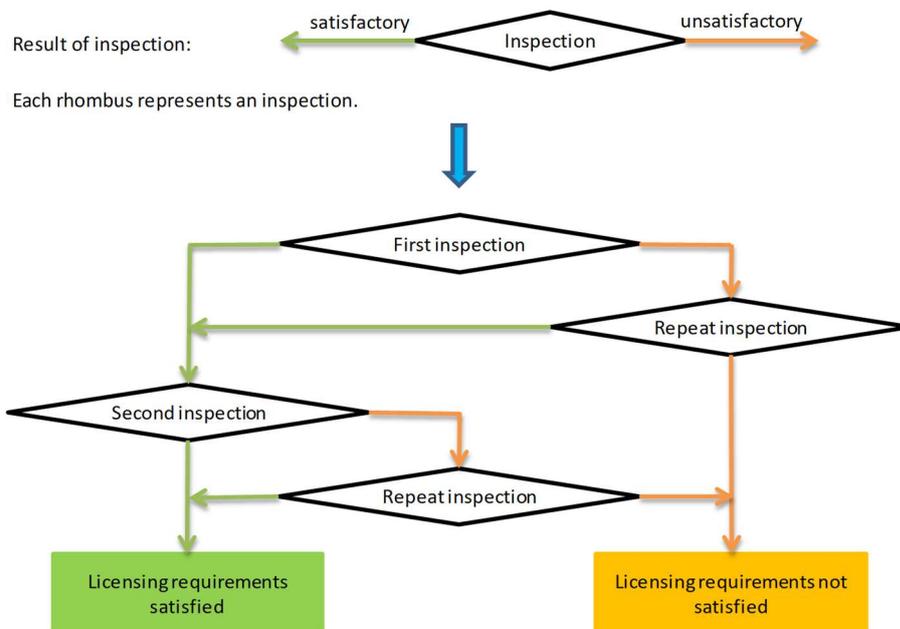
In einer Inspektion werden Hauptabweichungen und Nebenabweichungen festgestellt. In den Anhängen zu diesen Spezifikationen sind jeweils die Hauptabweichungen für jede Art der Anodisierung aufgeführt.

Eine Hauptabweichung ist die Nichteinhaltung einer in diesen Spezifikationen enthaltenen Forderung. Wenn eine oder mehrere Hauptabweichungen in einer Erstinspektion („First inspection“) oder Zweitinspektion („Second inspection“) eines zulassungsfähigen Produktes festgestellt werden, wird eine Wiederholungsinspektion („Repeat inspection“) durchgeführt (siehe Diagramm A). Wenn eine oder mehrere Hauptabweichungen in einer Wiederholungsinspektion eines zulassungsfähigen Produktes festgestellt werden, dann sind die Zulassungsanforderungen nicht erfüllt und die Lizenz für dieses Produkt wird nicht erteilt bzw. nicht erneuert. Beachten Sie, dass Diagramm A den Titel „Prüfverfahren für jedes zulassungsfähige Produkt“ trägt. Folglich ist es nicht auf einen Inspektionstermin in dessen Gesamtheit anzuwenden, da dieser Inspektionen mehrerer zulassungsfähiger Produkte umfassen kann.

Eine Nebenabweichung ist die Nichteinhaltung einer Forderung, die nicht in einer Liste der Hauptabweichungen enthalten ist. Werden bei einer Inspektion eine oder mehrere Nebenabweichungen festgestellt, dann werden diese auf dem Inspektionsberichtsformblatt dokumentiert und bei der nächsten Inspektion erneut überprüft. Wenn eine oder mehrere Nebenabweichungen zum Zeitpunkt der nächsten Inspektion nicht behoben sind und der Lizenznehmer dem Generallizenznehmer hierfür keine zufriedenstellende, schriftlich verfasste Erklärung vorgelegt hat, dann kann die Nebenabweichung als Hauptabweichung behandelt werden.

Alle Informationen bezüglich der Prüfergebnisse und deren Bewertung sind vertraulich.

Diagramm A. Prüfverfahren für jedes zulassungsfähige Produkt



6.1.4 Einspruch und Berufung

Falls der Generallizenznehmer entscheidet, dass die Inspektion eines Anodisierbetriebs nicht vollkommen zufriedenstellend ist, so ist der Betrieb berechtigt, beim Generallizenznehmer Einspruch einzulegen. Der Betrieb muss seinen Einspruch innerhalb von zehn Tagen nach

Erhalt der Benachrichtigung über die Entscheidung des Generallizenznehmers bei diesem einreichen. Falls der Betrieb mit dem Ergebnis des Einspruchs nicht zufrieden ist, kann er bei QUALANOD Berufung einlegen. Die Entscheidung von QUALANOD ist endgültig.

6.2 Erteilung einer Lizenz

6.2.1 Antragstellung

Falls ein Anodisierbetrieb, der keine QUALANOD-Lizenz besitzt, eine Lizenz beantragen möchte, muss er einen schriftlichen Antrag bei dem zuständigen Generallizenznehmer stellen.

Normalerweise ist die zuständige nationale Vereinigung der Generallizenznehmer; es kann jedoch auch eine andere Organisation mit der Befugnis zur Erteilung einer Lizenz sein. Der Generallizenznehmer bestimmt das für die Inspektionen zuständige Prüfinstitut oder, falls der Generallizenznehmer gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert ist, darf dieser den Inspektor selbst bestimmen.

Der Anodisierbetrieb und der Generallizenznehmer vereinbaren die zulassungsfähigen Produkte, für die der Anodisierbetrieb das Qualitätszeichen verwenden möchte.

Falls ein Anodisierbetrieb, der bereits eine QUALANOD-Lizenz besitzt, das Qualitätszeichen für eines oder mehrere zulassungsfähigen Produkte verwenden möchte, muss er einen schriftlichen Antrag bei dem zuständigen Generallizenznehmer stellen. Der Betrieb durchläuft dann das Verfahren zur Erteilung einer Lizenz wie nachfolgend beschrieben.

6.2.2 Inspektionen

Inspektionen von Anodisierbetrieben werden gemäß dem Schema in Diagramm A durchgeführt. Es sind nicht mehr als vier Inspektionen für jedes zulassungsfähige Produkt zulässig, bevor die Entscheidung über eine Lizenzvergabe getroffen wird. Falls ein Anodisierbetrieb eine Lizenz für mehr als ein zulassungsfähiges Produkt beantragen möchte, kann ein Inspektionstermin alle zulassungsfähigen Produkte einschließen. **Es ist nicht erforderlich, für jedes zulassungsfähige Produkt einen separaten Inspektionstermin beim Betrieb durchzuführen.**

Es wird ein Termin für die Erstinspektion vereinbart, um sicherzustellen, dass die verantwortlichen Personen des Anodisierbetriebs bei der Inspektion anwesend sind. Darauf folgende Inspektionstermine werden unangekündigt durchgeführt, es sei denn QUALANOD genehmigt andere Regelungen.

Der Inspektor dokumentiert die Ergebnisse jeder Inspektion in dem von QUALANOD bereitgestellten Inspektionsberichtsformblatt. Am Schluss des Inspektionstermins werden die Schlussfolgerungen des Inspektors sowohl durch den Inspektor als auch durch den Anodisierbetrieb, welcher seine Kommentare hinzufügen kann, abgezeichnet. Anschließend wird der Inspektionsbericht bei dem zuständigen Generallizenznehmer eingereicht.

6.2.3 Bewertung der Prüfergebnisse

Der Generallizenznehmer bewertet die Ergebnisse des Inspektionsberichts und entscheidet, ob die Ergebnisse zufriedenstellend sind. Er kann sich für seine Entscheidungsfindung an QUALANOD wenden. Nach der Entscheidung schickt der Generallizenznehmer folgende Dokumente an den Anodisierbetrieb:

1. Eine Kopie des Inspektionsberichts
2. Die Benachrichtigung über die Entscheidung
3. Eine vollständige Erklärung für seine Schlussfolgerung, falls die Ergebnisse als nicht zufriedenstellend befunden werden.

Nach einem nicht zufriedenstellenden oder teilweise zufriedenstellenden Inspektionstermin kann ein weiterer Inspektionstermin nur stattfinden, wenn der Anodisierbetrieb den Generallizenznehmer davon unterrichtet hat, dass er die dokumentierten Hauptabweichungen beseitigt hat. Der Generallizenznehmer informiert das Prüfinstitut oder den Inspektor, falls es gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert ist, über den Empfang der Benachrichtigung.

Nach einem nicht zufriedenstellenden oder teilweise zufriedenstellenden Inspektionstermin kann der Anodisierbetrieb seinen Antrag für eine Lizenz für eines oder mehrere zulassungsfähige Produkte zurückziehen. Unter diesen Umständen muss er den Generallizenznehmer schriftlich davon unterrichten. Der Generallizenznehmer informiert das Prüfinstitut oder den Inspektor, falls es gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert ist.

6.2.4 Lizenzierung

Ein Generallizenznehmer kann einem Anodisierbetrieb eine Lizenz erteilen, falls wenigstens zwei Inspektionen für jedes zulassungsfähige Produkt, für das der Betrieb das Qualitätszeichen verwenden will, zufriedenstellend ausfallen. Falls eine Lizenz erteilt wird, unterschreiben der Generallizenznehmer und der Anodisierbetrieb den von QUALANOD bereitgestellten Vertrag.

Falls keine Lizenz erteilt werden kann, darf der Anodisierbetrieb erst nach Ablauf von sechs Monaten einen neuen Antrag stellen. Falls für ein zulassungsfähiges Produkt keine Lizenz erteilt werden kann, darf der Anodisierbetrieb erst nach Ablauf von sechs Monaten einen neuen Antrag für dieses zulassungsfähige Produkt stellen.

6.3 Erneuerung einer Lizenz

6.3.1 Antragstellung

Der Generallizenznehmer leitet das Erneuerungsverfahren ein.

Falls der Anodisierbetrieb seine Lizenz für ein oder mehrere zulassungsfähige Produkte nicht erneuern möchte, muss er den Generallizenznehmer schriftlich darüber informieren.

6.3.2 Routineinspektionen

Inspektionen von Anodisierbetrieben werden gemäß dem Schema in Diagramm A durchgeführt. Es sind nicht mehr als vier Inspektionen für jedes zulassungsfähige Produkt pro Kalenderjahr (1. Januar bis 31. Dezember) zugelassen, bevor die Entscheidung über eine Lizenzvergabe getroffen wird. Falls ein Anodisierbetrieb seine Lizenz für mehr als ein zulassungsfähiges Produkt erneuern möchte, kann ein Inspektionstermin alle zulassungsfähigen Produkte einschließen. **Es ist nicht erforderlich, für jedes zulassungsfähige Produkt einen separaten Inspektionstermin beim Betrieb durchzuführen.**

Die Inspektionen werden unangekündigt durchgeführt, es sei denn, QUALANOD genehmigt andere Regelungen.

Der Inspektor zeichnet die Ergebnisse jeder Inspektion in dem von QUALANOD bereitgestellten Inspektionsberichtsformblatt auf. Am Schluss des Inspektionstermins werden die Schlussfolgerungen des Inspektors sowohl durch den Inspektor als auch durch den Anodisierbetrieb, welcher seine Kommentare hinzufügen kann, abgezeichnet. Anschließend wird der Inspektionsbericht bei dem zuständigen Generallizenznehmer eingereicht.

6.3.3 Bewertung der Prüfergebnisse

Der Generallizenznehmer bewertet die Ergebnisse des Inspektionsberichts und entscheidet, ob die Ergebnisse zufriedenstellend sind. Er kann sich für seine Entscheidungsfindung an

QUALANOD wenden. Nach seiner Entscheidung schickt der Generallizenznehmer folgende Dokumente an den Anodisierbetrieb:

1. Eine Kopie des Inspektionsberichts
2. Die Benachrichtigung über die Entscheidung
3. Eine vollständige Erklärung für seine Schlussfolgerung, falls die Ergebnisse als nicht zufriedenstellend befunden werden.

Nach einem nicht zufriedenstellenden oder teilweise zufriedenstellenden Inspektionstermin für eine Routineinspektion wird innerhalb von zwei Monaten nach Erhalt der Benachrichtigung vom Generallizenznehmer, dass die Inspektion nicht vollkommen zufriedenstellend ausgefallen ist, eine Wiederholungsinspektion des Anodisierbetriebs durchgeführt.

Nach einem nicht zufriedenstellenden oder teilweise zufriedenstellenden Inspektionstermin kann der Anodisierbetrieb beschließen, dass er keine Erneuerung seiner Lizenz für eines oder mehrere zulassungsfähigen Produkte möchte. Unter diesen Umständen muss er den Generallizenznehmer schriftlich davon unterrichten. Der Generallizenznehmer informiert das Prüfinstitut oder den Inspektor, falls es gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert ist.

6.3.4 Lizenzvergabe

Ein Generallizenznehmer kann eine Unterlizenz an einen Anodisierbetrieb vergeben, falls wenigstens zwei Inspektionen pro Kalenderjahr für jedes zulassungsfähige Produkt, für das der Betrieb das Qualitätszeichen verwenden will, zufriedenstellend ausfallen. Unter anderen Umständen entscheidet der Vorstand von QUALANOD oder der Generallizenznehmer, falls er gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert ist. Beachten Sie, dass die Gültigkeit einer Lizenz in einem bestimmten Jahr auf den Inspektionsergebnissen des vorhergehenden Jahres basiert.

Falls die Lizenz nicht erneuert werden kann, darf der Anodisierbetrieb erst nach Ablauf von sechs Monaten einen neuen Antrag stellen. Falls die Lizenz für ein zulassungsfähiges Produkt nicht erneuert werden kann, darf der Anodisierbetrieb erst nach Ablauf von sechs Monaten einen neuen Antrag für dieses zulassungsfähige Produkt stellen.

6.4 Entzug einer Lizenz

Der Generallizenznehmer entzieht eine Lizenz, falls der Inhaber die Vorschriften nicht länger erfüllt und vor allem bei unzulässiger oder inkorrektur Verwendung des Qualitätszeichens.

Falls, wie oben beschrieben, die Lizenz eines Anodisierbetriebs nicht erneuert werden kann, kann der Generallizenznehmer die Lizenz entziehen.

Im Fall von unvorhersehbaren Umständen und, falls zutreffend, nach Rücksprache mit dem zuständigen Prüfinstitut, können die Inspektionen für einen maximalen Zeitraum von zwölf Monaten nach Benachrichtigung des Generallizenznehmers darüber, dass außergewöhnliche Umstände eine Inspektion unmöglich gemacht haben, ausgesetzt werden. Nach diesem Zeitraum wird die Lizenz entzogen.

Falls der Generallizenznehmer einem Anodisierbetrieb die Lizenz entzieht, unterrichtet er den Betrieb umgehend schriftlich davon. Der Entzug gilt ab dem Datum des Empfangs der Benachrichtigung.

Falls eine Lizenz entzogen wird oder der Lizenznehmer seinen Betrieb einstellt, müssen alle Aufkleber, Etiketten, Bänder, Schablonen, Stempel, Banderolen, Behälter, Preislisten, Geschäftsnotizen, Visitenkarten und alle anderen Objekte, an oder auf denen das Qualitätszeichen abgebildet ist, entweder an den Generallizenznehmer übergeben oder auf dessen Anweisung für ihn zur Verfügung gehalten werden, bis die Beantragung einer neuen Lizenz durch den gesetzlichen Vertreter oder Geschäftsnachfolger des bisherigen Lizenzinhabers erfolgt ist. Die bisherige Lizenz gilt bis zur Ausstellung einer neuen Lizenz als entzogen. Jedoch sind

der gesetzliche Vertreter oder Nachfolger der Geschäfte des bisherigen Lizenzinhabers berechtigt, das Qualitätszeichen für drei Monate während des Verfahrens zur Erteilung einer neuen Lizenz weiter zu verwenden, es sei denn, der Generallizenznehmer erteilt andere Anweisungen.

Falls eine Lizenz entzogen wird, darf der Anodisierbetrieb erst nach Ablauf von sechs Monaten einen neuen Antrag stellen.

Alle Lizenzinhaber müssen die maßgeblichen nationalen Gesetze bei der Ausführung ihrer Geschäftstätigkeiten befolgen. Falls nachgewiesen wird, dass ein Lizenzinhaber diese nicht einhält, kann QUALANOD die Lizenz entziehen (zum Schutz des Images von QUALANOD und/oder aus Gründen lauterer Handels).

6.5 Änderung der zulassungsfähigen Produkte einer Lizenz

Falls, wie oben beschrieben, die Lizenz eines Anodisierbetriebs für bestimmte zulassungsfähige Produkte nicht erneuert werden kann, kann der Generallizenznehmer die zulassungsfähigen Produkte in der Lizenz ändern.

Falls der Generallizenznehmer die zulassungsfähigen Produkte einer Lizenz ändert, muss er den Betrieb umgehend schriftlich darüber informieren. Die Änderung gilt ab dem Datum des Empfangs der Benachrichtigung.

Falls die zulassungsfähigen Produkte in einer Lizenz geändert wurden, darf der Lizenznehmer das Qualitätszeichen nicht in Verbindung mit Produkten verwenden, die nicht länger durch die Lizenz abgedeckt sind.

7 Bestimmungen für die Verwendung des Qualitätszeichens

7.1 Eigentum am Qualitätszeichen

Die im Qualitätszeichen enthaltenen Logos sind Eigentum von QUALANOD und dürfen von niemandem übernommen werden, es sei denn dies wurde genehmigt. Anodisierbetrieben kann die Verwendung des Qualitätszeichens durch Erteilung einer Lizenz gemäß diesen Bestimmungen gestattet werden.

QUALANOD erteilt eine Generallizenz für das Qualitätszeichen an einen Generallizenznehmer mit der Befugnis, die Verwendung des Qualitätszeichens individuellen Anodisierbetrieben gemäß den vorliegenden Bestimmungen zu genehmigen.

7.2 Register der Lizenzinhaber

QUALANOD führt ein Register, das (zusätzlich zu anderen Details, die jetzt oder später beschlossen werden können) Name, Adresse und eine Beschreibung des Gewerbebetriebs jeden Lizenzinhabers, das Datum, wann die Lizenz an den Lizenzinhaber erteilt wurde, die Nummer, die jedem Lizenzinhaber zugeteilt wird, das Datum des Entzugs der Lizenz und alle anderen Einzelheiten enthält, die QUALANOD für erforderlich hält.

Der Lizenzinhaber muss den Generallizenznehmer ohne Verzug über alle Änderungen bezüglich des Namens oder der Adresse benachrichtigen. Dieser gibt die Informationen an QUALANOD zur Abänderung des Registereintrags weiter.

7.3 Qualifikationen des Antragstellers

Die Genehmigung zur Verwendung des Qualitätszeichens wird unter der Bedingung erteilt, dass der Antragsteller einen Anodisierbetrieb führt oder zu führen beabsichtigt, der tatsächlich die Produkte liefert, die durch die Lizenz abgedeckt sind.

7.4 Produkte, die durch die Lizenz abgedeckt sind

Das Qualitätszeichen darf nur für das Anodisieren von Aluminium auf Schwefelsäurebasis gemäß diesen Spezifikationen verwendet werden.

Die Erteilung einer Lizenz berechtigt den Lizenzinhaber zur Verwendung des Qualitätszeichens ausschließlich für die zulassungsfähigen Produkte, die in dieser Lizenz aufgeführt sind. Die Lizenz spezifiziert die Produkte durch Hinweis auf die Anhänge zu diesen Spezifikationen. Die Lizenz ist nicht übertragbar. Die Anhänge umfassen:

- Anodisieren im Architekturbereich
- Anodisieren im Industriebereich
- Dekoratives Anodisieren
- Harteloxieren

Ein Lizenznehmer darf einen Kundenauftrag für zulassungsfähige Produkte, die durch diese Lizenz abgedeckt sind, weder ganz noch teilweise untervergeben, es sei denn, der Unterauftragnehmer ist ebenso Lizenznehmer mit der Genehmigung zur Produktion der betreffenden Produkte.

7.5 Verwendung des Qualitätszeichens durch den Lizenzinhaber

Es gibt vier Varianten des Logos (Abbildung 1a bis 1d), die in Zusammenhang mit der jeweiligen Art der Anodisierung und den damit verbundenen Produkten verwendet werden dürfen, so wie diese in den Anhängen dieser Spezifikationen beschrieben sind. Es gibt auch eine übergeordnete Variante (Abbildung 1e), die vom QUALANOD-Sekretariat und von den Generallizenznehmern verwendet wird.

Die Logos müssen entweder in Schwarz und Weiß (Abbildung 1f) oder in Blau und Weiß verwendet werden. Beispielsweise können sie auf den Waren selbst, auf dem Briefpapier des Unternehmens, in Angeboten oder Rechnungen, Preislisten, auf Visitenkarten, Ausstellungsschildern und in jedweder Firmenliteratur, Broschüren, Katalogen sowie in Zeitungswerbung verwendet werden. Die Worte „Qualitätszeichen für das Anodisieren auf Aluminium“ (oder ein anderer Text entsprechend der nationalen Gesetzgebung) darf auf dem Platz rechts (Abbildung g) hinzugefügt werden.

Ein Logo in der Größe 25 x 25 mm in den oben beschriebenen Farben (Abbildung 1h) kann direkt auf Klebeband oder Aufkleber gestempelt oder gedruckt werden.

Der Lizenznehmer darf keine Veränderungen oder Ergänzungen eines Logos bei der Verwendung durchführen. In dem Fall, dass der Lizenznehmer seine eigenen Marken oder Warenzeichen getrennt auf oder in Verbindung mit seinen Produkten verwendet, darf dies nicht in Widerspruch zu diesen Vorgaben geschehen.

Durch die Verwendung eines Qualitätszeichens auf einem Produkt garantiert der Lizenznehmer, dass die gelieferte Qualität der angebotenen Qualität bzw. der bestellten Qualität entspricht.

Wenn ein Unternehmen mehr als einen Anodisierbetrieb besitzt und jeder Betrieb eine Lizenz führt, dann darf jeder Betrieb nur die für seine Produkte jeweils passenden Logos verwenden. Diese Einschränkung gilt nicht, wenn jeder einzelne Betrieb für dieselben Produkte lizenziert ist.

Der Lizenzinhaber muss dem Generallizenznehmer jederzeit sämtliche erforderlichen Informationen bezüglich der von ihm praktizierten Verwendung des Qualitätszeichens zur Verfügung stellen.

Abbildung 1. Verwendung des Qualitätszeichens



a) Qualitätszeichen für Anodisieren im Architekturbereich

b) Qualitätszeichen für Anodisieren in der Industrie

c) Qualitätszeichen für Dekoratives Anodisieren

d) Qualitätszeichen für Harteloxieren



e) Übergeordnetes Qualitätszeichen



f) Beispiel für ein Qualitätszeichen in Schwarz und Weiß



g) Beispiel für die Verwendung des Qualitätszeichens mit zusätzlichem Text wie eventuell erforderlich

QUALITÄTSZEICHEN FÜR DAS ANODISIEREN AUF ALUMINIUM

**MUSTER GMBH
MUSTERSTR.
MUSTERSTADT
DEUTSCHLAND**



h) Beispiel für Klebeband oder Aufkleber mit direkt darauf gestempelt oder gedrucktem inneren Motiv eines Qualitätszeichens

7.6 Kommunikation

Jegliche Kommunikation, die von Seiten des Lizenzinhabers im Rahmen dieser Vorschriften erforderlich ist, ist gültig, falls sie mit korrekt abgestempelter und adressierter Briefpost oder per E-Mail erfolgt. Die Aufhebung von Lizenzen muss per Einschreiben erfolgen.

8 Inspektionen

8.1 Allgemeines

Ziel einer Inspektion ist es sicherzustellen, dass der Lizenznehmer die Vorgaben für die Produkte, die in der Lizenz aufgeführt sind, gemäß diesen Spezifikationen erfüllt. Die Vorgaben

hängen von der Art der Anodisierung ab und werden in den Anhängen zu dieser Spezifikation beschrieben.

Ein weiteres Ziel der Inspektion ist es zu verifizieren, dass der Lizenznehmer das Qualitätszeichen nicht für nicht genehmigte Produkte einsetzt.

Jede Inspektion unterliegt der Verantwortung des Prüfinstituts, das vom Generallizenznehmer ernannt wurde, oder direkt dem Generallizenznehmer, falls dieser gemäß ISO/IEC 17065 akkreditiert ist. Das Prüfinstitut oder der akkreditierte Generallizenznehmer benennt eine in geeigneter Weise qualifizierte und von QUALANOD zugelassene Person, nachfolgend als Inspektor bezeichnet, für die Durchführung der Inspektion.

8.2 Umfang der Inspektionen

Der Inspektor bestimmt anhand der Lizenz des Anodisierbetriebs, welche Produkte für die Produktion genehmigt sind. Der entsprechende Anhang bzw. die Anhänge zu diesen Spezifikationen informieren den Inspektor darüber, welche Produktprüfungen während der Inspektion durchgeführt werden müssen. Die Anhänge umfassen:

- Anodisieren im Architekturbereich
- Anodisieren im Industriebereich
- Dekoratives Anodisieren
- Harteloxieren

8.3 Prüfung der Produkte

8.3.1 Allgemeines

Der Inspektor kann aus dem Anodisierbetrieb Proben für Prüfungen mitnehmen, welche dann in einem Prüfinstitut durchgeführt werden.

Der Inspektor überprüft, ob der Lizenznehmer die Vorgaben der Normen erfüllt, welche die durchzuführenden Prüfungen spezifizieren.

8.3.2 Verwendung des Qualitätszeichens

Der Inspektor überprüft, ob die Verwendung des Qualitätszeichens die Vorgaben in Paragraph 7 erfüllt.

8.3.3 Vereinbarungen mit Kunden

Der Inspektor überprüft, ob die Vereinbarungen mit Kunden die Vorgaben, die in den Unterparagraphen „Vereinbarungen mit Kunden“ in den Anhängen aufgeführt sind, erfüllen.

8.3.4 Labor

Der Inspektor überprüft, ob die Labor- und Prüfeinrichtung die Vorgaben, die in den Unterparagraphen „Labor- und Prüfeinrichtung“ aufgeführt sind, erfüllen.

8.3.5 Prüfstücke

Der Inspektor führt die Prüfungen an Fertigerzeugnissen durch, die vom Anodisierbetrieb geprüft und als zufriedenstellend bewertet wurden, oder an Werkstücken, die bereits verpackt wurden und/oder zum Versand bereitstehen. Ein geschweißter Rahmen wird als ein Prüfstück betrachtet. Jedes Teil eines Rahmens, der mechanisch zusammengesraubt wurde, stellt ein Prüfstück dar. Konstruktionen, die durch wärmedämmendes, nichtleitendes Material zusammengefügt wurden, werden als separate Prüfstücke betrachtet.

Der Anodisierbetrieb muss dem Inspektor mitteilen, welche Produkte die interne Qualitätskontrolle bestanden haben und mit welcher Art der Anodisierung sie erzeugt wurden.

Falls es aufgrund von Form oder Größe des Produkts nicht möglich ist, Proben aus einem Produktionslos zu nehmen und zu prüfen, kann der Inspektor die Prüfungen an Platten durchführen, die vorzugsweise aus der gleichen Legierung wie das Produktionslos hergestellt und gleichzeitig mit ihm behandelt wurden.

Der Inspektor führt keine Prüfungen an Fertigerzeugnissen aus, die nicht durch die Lizenz des Anodisierbetriebs abgedeckt sind. Solche Werkstücke müssen deutlich gekennzeichnet sein. Der Inspektor kann die Art der Anodisierung beispielsweise durch Überprüfen der schriftlichen Vereinbarung zwischen dem Anodisierbetrieb und seinem Kunden nachweisen.

8.3.6 Schichtdickenmessung

Die Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht wird abhängig von der Art der Anodisierung entweder als Schichtdickenklasse oder als Nennschichtdicke spezifiziert. Der Inspektor bestimmt die Schichtdickenklasse oder Nennschichtdicke, die vom Kunden mit Bezug auf die Unterparagrafen „Vereinbarungen mit Kunden“ in den Anhängen gefordert wird. Er misst die Schichtdicke der Fertigerzeugnisse mit der Methode gemäß ISO 2360 und befolgt die Verfahren in ISO 7599.

Es ist wichtig, dass ausreichend Material für diese Prüfungen vorhanden ist. Um einen unproduktiven Inspektionstermin zu vermeiden, ist es ratsam, dass der Betrieb die zuständige Stelle informiert, wenn er befürchten muss, dass während bestimmter Zeiträume nicht ausreichend Material zur Verfügung steht.

Der Inspektor prüft alle Bleche und Bandstücke mit einer maßgeblichen Oberfläche über 2 m². Sollte eine Schichtdickenklasse vorgegeben sein, darf keine durchschnittliche Schichtdicke oder örtliche Schichtdicke unter dem Mindestwert der vorgegebenen Schichtdickenklasse liegen. Falls eine Nennschichtdicke von bis zu 50 µm vorgegeben ist, darf kein Werkstück eine durchschnittliche Schichtdicke außerhalb des Bereichs von ± 20 % dieser Nennschichtdicke haben. Falls eine Nennschichtdicke von mehr als 50 µm vorgegeben ist, darf kein Werkstück eine durchschnittliche Schichtdicke außerhalb des Bereichs von ± 10 µm dieser Nennschichtdicke haben.

Bei anderen Werkstücken wendet der Inspektor die statistische Stichprobenkontrolle an Proben, die gemäß Tabelle 1 genommen wurden, an. Er prüft mindestens 30 Werkstücke für jede Art der Anodisierung. Falls eine Schichtdickenklasse vorgegeben ist, liefert Tabelle 1 die maximale Anzahl an Proben, die jeweils eine durchschnittliche Schichtdicke unterhalb des Mindestwerts, der für diese Schichtdickenklasse vorgegeben ist, haben dürfen. Falls eine Schichtdickenklasse vorgegeben ist, darf keine gemessene Probe eine örtliche Schichtdicke haben, die weniger als 80 % des Mindestwerts der vorgegebenen Schichtdickenklasse beträgt. Falls eine Nennschichtdicke von bis zu 50 µm vorgegeben ist, liefert Tabelle 1 die maximale Anzahl an Proben, die jeweils eine durchschnittliche Schichtdicke außerhalb des Bereichs von ± 20 % dieser Nennschichtdicke haben dürfen. Falls eine Nennschichtdicke von mehr als 50 µm vorgegeben ist, liefert Tabelle 1 die maximale Anzahl an Proben, die jeweils eine durchschnittliche Schichtdicke außerhalb des Bereichs von ± 10 µm dieser Nennschichtdicke haben dürfen.

Tabelle 1. Vorgaben für die Probennahme bei verschiedenen Losgrößen

Losgröße	Anzahl an stichprobenartig ausgewählten Proben	Zulässige Anzahl an Proben, die die Norm unterschreiten dürfen
1 bis 10	alle	0
11 bis 200	10	1
201 bis 300	15	1

301 bis 500	20	2
501 bis 800	30	3
801 bis 1300	40	3
1301 bis 3200	55	4
3201 bis 8000	75	6
8001 bis 22000	115	8
22001 bis 110000	150	11

8.3.7 Massenverlustprüfung

Der Inspektor führt die Massenverlustprüfungen, wie in den Unterparagrafen „Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion“ beschrieben, durch.

Pro Anodisierungslinie und/oder pro Verdichtungsprozess wird jeweils eine Massenverlustprüfung durchgeführt. Verdichtungsprozesse sind beispielsweise Heißwasserverdichtung, Dampfverdichtung, zweistufige Kaltverdichtung auf Basis einer Nickelfluoridlösung und Mitteltemperaturverdichtung auf Basis einer Nickelsalzlösung. Daher führt der Inspektor, wenn ein Anodisierbetrieb zwei Anodisierungslinien betreibt, von denen Linie 1 eine Heißwasserverdichtung und Linie 2 eine Heißwasserverdichtung ebenso wie eine Kaltverdichtung beinhaltet, wie im Folgenden beschrieben zwei Massenverlustprüfungen durch: Eine Massenverlustprüfung an einer Probe aus Linie 1 (Heißwasserverdichtung) und eine Massenverlustprüfung an einer kaltverdichteten Probe aus Linie 2.

Jede Probe für die Massenverlustprüfung wird aus den für die Schichtdickenmessung ausgewählten Proben gezogen. Herangezogen wird die Probe mit dem höchsten Wert im Farbtropfentest oder mit dem größten Scheinleitwert. Es handelt sich bevorzugter Weise um eine farbig anodisierte Probe an Stelle einer naturfarbenen anodisierten Probe.

Die Massenverlustprüfung wird nach der in 9.3.1 oder in 9.3.2 beschriebenen Methode durchgeführt, je nachdem, welche Methode der Anodisierbetrieb für das Produktionslos verwendet hat, aus dem die Probe stammt.

Wenn die Prüfung im Prüfinstitut stattfindet, wird sie nicht später als zwei Wochen nach der Verdichtung durchgeführt.

Keine Probe darf einen Massenverlust größer als 30 mg/dm² aufweisen.

8.3.8 Farbtropfen- und Scheinleitwerttest

Der Inspektor führt den Farbtropfen- oder Scheinleitwerttest so durch, wie in den Unterparagrafen „Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion“ in den Anhängen beschrieben.

Wenn eine Massenverlustprüfung vorgeschrieben ist, führt der Inspektor zehn Farbtropfentests oder Scheinleitwerttests durch, je nachdem, welcher Test anwendbar ist (siehe 9.3.3. und 9.3.4). Dies erfolgt auf Proben, die stichprobenartig aus den für die Schichtdickenmessungen ausgewählten Proben gezogen wurden. Hierbei ist jedoch anzustreben, dass Material aus allen Anodisierungslinien und allen Verdichtungsprozessen erfasst wird.

8.3.9 Prüfung der Oberflächenabriebfestigkeit

Der Inspektor führt die Prüfung der Abriebfestigkeit so durch, wie in den Unterparagrafen „Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion“ in den Anhängen beschrieben.

Falls die Proben, die für die Schichtdickenmessung (siehe Tabelle 1) genommen wurden, Proben der Schichtdickenklassen AA 20 oder dicker enthalten, führt der Inspektor die Abriebfestigkeitsprüfung an der Probe mit der größten Schichtdicke durch.

8.3.10 Eigenkontrolle

Der Inspektor überprüft, ob die Eigenkontrolle die Vorgaben, die in den Unterparagrafen „Dokumentation der Produktionskontrolle“ in den Anhängen aufgeführt sind, erfüllt und die Daten der Produktprüfung und Prozesskontrolle, die in den Unterparagrafen bzw. in den Anhängen „Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen“ und „Methoden der Prozesskontrolle“ aufgeführt sind, mit beinhaltet.

8.3.11 Reklamationsregister

Der Inspektor überprüft, ob ein Reklamationsregister geführt wird, das in angemessener Weise darüber Aufschluss gibt, wie Reklamationen nachverfolgt und Maßnahmen abgearbeitet werden.

8.4 Prüfung der Verfahren

Der Inspektor überprüft, ob die Verfahren gemäß den Vorgaben, die in den Unterparagrafen „Prozessanforderungen“ in den Anhängen aufgeführt sind, durchgeführt werden. Er überprüft durch Beobachtung, ob Badanalysen korrekt durchgeführt werden.

9 Prüfmethoden für Produkte

9.1 Allgemeines

Jede Abnahmeprüfung muss wie in diesen Spezifikationen vorgegeben durchgeführt werden. Im Fall von Kontroversen muss die entsprechende Schiedsprüfung wie in diesen Spezifikationen vorgegeben durchgeführt werden.

Falls in diesen Spezifikationen kein Verfahren vorgegeben wird, muss die Prüfung gemäß der Kundenspezifikation durchgeführt werden.

Wenn eine Prüfung als Losabnahmeprüfung gilt, dann obliegt es dem Kunden, die Vorgehensweise bei der Stichprobennahme zu definieren. Er kann es auch unterlassen, Vorgaben zur Stichprobennahme zu machen. Für weitere Informationen wird auf ISO 2859-1 verwiesen.

Wenn eine Prüfung in den Unterparagrafen „Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen“ in den Anhängen nicht als erforderlich vorgegeben ist, liegt jede solche Prüfung zur Produktkontrolle im Ermessen des Lizenznehmers.

9.2 Schichtdickenmessung

Die Schichtdicke muss mit einem oder mehreren Verfahren, die in der ISO 7599 festgelegt sind, gemessen werden. Das dafür übliche Verfahren ist das Wirbelstromverfahren gemäß ISO 2360. Bei Kontroversen muss das Verfahren gemäß ISO 1463 oder ISO 9220 (Mikroschliff) als Schiedsverfahren eingesetzt werden.

An Werkstücken ausreichender Größe muss die durchschnittliche Schichtdicke oder die örtliche Schichtdicke oder beides mit Schichtdickenmessungen gemäß den Verfahren in ISO 7599 bestimmt werden. Bei Kleinteilen kann die Anzahl der Messpunkte reduziert werden.

Die Messungen müssen an den maßgeblichen Oberflächen durchgeführt werden, jedoch nicht innerhalb eines Bereichs von 5 mm neben Kontaktstellen oder in der Nähe von scharfen Kanten.

Beim Bandanodisieren muss die Schichtdicke am Anfang, in der Mitte und am Ende jedes Streifens (Band) gemessen werden.

Die Schichtdickenmessung muss nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

9.3 Verdichtungsprüfungen

9.3.1 Massenverlustprüfung mit Vortauchen

Diese Prüfung bewertet die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen einen chemischen Angriff durch Säure.

Diese Prüfung muss gemäß ISO 3210 Verfahren 2 mit Prüflösung B, Phosphorsäure, durchgeführt werden, mit Ausnahme der Vorgabe, dass die Prüflösung nicht mehr verwendet werden darf, wenn mehr als 0,5 g Anodisationsschicht und Aluminium in einem Liter der Lösung gelöst sind. Das Verfahren 2 beinhaltet die vorherige Säurebehandlung in einer Salpetersäure-Lösung.

Für die Entnahme von Prüfstücken gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Der Lizenznehmer sollte eine der unten aufgelisteten Verfahrensweisen übernehmen, wobei 1) die am meisten Bevorzugte und 3) die am wenigsten Bevorzugte darstellt. Umstände, die den Lizenznehmer dazu veranlassen, eine weniger bevorzugte Verfahrensweise zu wählen, sind beispielsweise: i) Eine Entnahme von Prüfstücken aus dem Produktionslos ist aufgrund der Gestalt, der Größe oder der Form des Produkts nicht möglich; ii) Mehrere Lose aus verschiedenen Legierungen werden zusammen behandelt; iii) Das Los umfasst nur ein Werkstück.

- 1) Die Prüfstücke müssen aus dem Produktionslos entnommen werden.
- 2) Die Prüfstücke müssen aus derselben Legierung wie das Produktionslos bestehen und gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden.
- 3) Die Prüfstücke können aus einer anderen Legierung als das Produktionslos bestehen, müssen aber gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden. Die Legierung muss mindestens zu 97 % aus Aluminium bestehen. Wenn der Lizenznehmer diese Verfahrensweise häufig anwendet, sollte er immer dieselbe Legierung verwenden, damit er in sich vergleichbare Ergebnisse erhält.

Die gewählte Verfahrensweise muss im Qualitätssicherungssystem dokumentiert werden.

Die Massenverlustprüfung muss innerhalb von zwei Wochen nach der Verdichtung durchgeführt werden.

9.3.2 Massenverlustprüfung ohne Vortauchen

Diese Prüfung bewertet die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen einen chemischen Angriff durch Säure.

Diese Prüfung muss gemäß ISO 3210 Verfahren 1 mit Prüflösung B, Phosphorsäure, durchgeführt werden, mit Ausnahme der Vorgabe, dass die Prüflösung nicht mehr verwendet werden darf, wenn mehr als 0,5 g Anodisationsschicht und Aluminium in einem Liter der Lösung gelöst sind.

Für die Entnahme von Prüfstücken gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Der Lizenznehmer sollte eine der unten aufgelisteten Verfahrensweisen übernehmen, wobei 1) die am meisten Bevorzugte und 3) die am wenigsten Bevorzugte darstellt. Umstände, die den Lizenznehmer dazu veranlassen, eine weniger bevorzugte Verfahrensweise zu wählen, sind beispielsweise: i) Eine Entnahme von Prüfstücken aus dem Produktionslos ist aufgrund der Gestalt, der Größe oder der Form des Produkts nicht möglich; ii) Mehrere Lose aus verschiedenen Legierungen werden zusammen behandelt; iii) Das Los umfasst nur ein Werkstück.

- 1) Die Prüfstücke müssen aus dem Produktionslos entnommen werden.
- 2) Die Prüfstücke müssen aus derselben Legierung wie das Produktionslos bestehen und gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden.
- 3) Die Prüfstücke können aus einer anderen Legierung als das Produktionslos bestehen, müssen aber gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden. Die Legierung

muss mindestens zu 97 % aus Aluminium bestehen. Wenn der Lizenznehmer diese Verfahrensweise häufig anwendet, sollte er immer dieselbe Legierung verwenden, damit er in sich vergleichbare Ergebnisse erhält.

Die gewählte Verfahrensweise muss im Qualitätssicherungssystem dokumentiert werden.

Die Massenverlustprüfung muss innerhalb von zwei Wochen nach der Verdichtung durchgeführt werden.

9.3.3 Farbtropfentest

Diese Prüfung liefert eine Bewertung der Absorptionsfähigkeit der Oberfläche der anodisch erzeugten Oxidschicht, welche durch Verdichtung reduziert wird.

Die Absorptionsfähigkeit muss gemäß ISO 2143 bestimmt werden.

Diese Prüfung ist nur für farblos oder in hellen Farbtönen anodisiertes Aluminium anwendbar.

Die Anweisungen des Herstellers der Chemikalien für die Vorbereitung der Prüflösungen müssen befolgt werden. Bei korrekter Lagerung sind die Farbmittel-Lösungen, die in der Norm ISO 2143 beschrieben sind, bis zu zwei Jahre lang haltbar. Jedoch sollten ihre pH-Werte alle drei Monate überprüft werden. Falls der pH-Wert einer Lösung außerhalb des vom Lieferanten der Chemikalien vorgeschriebenen Bereichs liegt, dann sollte er gemäß den Anweisungen des Lieferanten korrigiert werden.

9.3.4 Scheinleitwerttest

Diese Prüfung misst den elektrischen Scheinleitwert der gesamten anodisch erzeugten Oxidschicht, der durch Verdichtung reduziert wird.

Der Scheinleitwert muss gemäß ISO 2931 bestimmt werden.

Diese Prüfung ist nicht anwendbar für:

- Werkstücke, die einer Kaltverdichtung unterzogen wurden
- Legierungen, die mehr als 2 % Silizium, 1,5 % Mangan oder 3 % Magnesium enthalten.

Die Abnahmegrenzen für den Scheinleitwerttest, die für farblose Oberflächen gelten, gelten nicht für elektrolytisch gefärbte Werkstücke in Mittelbronze, Dunkelbronze und Schwarz. Hierbei handelt es sich um Oberflächen mit einem L*-Wert, der unter etwa 60 des Farbmodells L*a*b* CIE 1976 liegt.

9.4 Aussehen

9.4.1 Sichtbare Mängel

Bestimmte Mängel rühren aus dem Herstellungsprozess des Werkstücks her wie z. B. Pressriefen, Bearbeitungsspuren, Schweißprodukte, Streifen, Pressflöhe und Legierungsausscheidungen. Andere Mängel können versehentlich entstehen wie z. B. Abdrücke, Kratzer, Vertiefungen und Korrosion. Wieder andere können durch die Bearbeitung im Anodisierbetrieb bedingt sein. Diese beinhalten Salzurückstände in Gewindebohrungen, die Entfärbungen verursachen, und Luftblaseneinschlüsse, die verhindern, dass die Prozesslösungen Teilbereiche der Oberfläche erreichen. Ob diese Mängel jeweils akzeptabel sind, hängt von den Anforderungen des Kunden ab. Die maßgeblichen Oberflächen von anodisierten Werkstücken müssen durch Sichtprüfung bewertet werden. Wenn Produkte unter natürlichen Lichtbedingungen verwendet werden sollen, müssen die Proben oder Bauteile bei diffusem Tageslicht mit der Sonne hinter dem Betrachter begutachtet werden. Falls die Produkte bei künstlichem Licht verwendet werden sollen, gelten diese Bedingungen für die Begutachtung und es muss eine diffuse Lichtquelle über und hinter den Betrachter gestellt werden.

9.4.2 Oberflächenstruktur und Farbe

Die vergleichende Bewertung des Aussehens muss visuell oder mit einer instrumentellen Methode durchgeführt werden.

Für eine vergleichende visuelle Bewertung müssen Proben oder Bauteile in der gleichen Ebene platziert und soweit praktikabel unter einem möglichst senkrechten Winkel betrachtet werden, wobei die Arbeitsrichtung (z. B. in Walz-, Extrudier- oder Bearbeitungsrichtung) jeweils stets gleich auszurichten ist.

Wenn Produkte unter natürlichen Lichtbedingungen verwendet werden sollen, müssen Proben oder Bauteile in diffusem Tageslicht mit der Sonne hinter dem Betrachter verglichen werden, es sei denn, es wurde etwas anderes vereinbart. Falls die Produkte bei künstlichem Licht verwendet werden sollen, gelten diese Bedingungen für den Vergleich und es muss eine diffuse Lichtquelle über und hinter den Betrachter gestellt werden.

Zur Prüfung der Oberflächenstruktur müssen instrumentelle Messungen nach den Vorgaben der ISO 6719 oder 7668 gemäß den Richtlinien in ISO 7599 durchgeführt werden. Instrumentelle Messungen zur Bestimmung der Farbe müssen nach den Vorgaben der ISO 11664-4 erfolgen.

9.4.3 Lichtreflexionseigenschaften

Die Bewertung der Lichtreflexionseigenschaften müssen gemäß ISO 7599 mit instrumentellen Methoden, die in ISO 6719, 7668, 7759, 10215 und 10216 spezifiziert sind, wie zwischen Lizenznehmer und Kunden vereinbart, durchgeführt werden.

9.5 Korrosionsbeständigkeit

Die Korrosionsbeständigkeit von anodisiertem Aluminium muss durch eine der Methoden, die in ISO 9227 spezifiziert sind, bestimmt werden. Die Essigsäure-Salzsprühnebelprüfung (AASS) muss über eine Dauer von 1000 h, die neutrale Salzsprühnebelprüfung (NSS) gemäß den Vorgaben der ISO 10074 über eine Dauer von 336 h durchgeführt werden. Tabelle 2 zeigt, für welche Art der Anodisierung diese Prüfungen anzuwenden sind.

Die Abmessungen der Proben müssen mindestens 150 mm x 70 mm x 1 mm betragen.

Diese Methoden sind nicht für unverdichtete anodisch erzeugte Oxidschichten geeignet.

Die Korrosivität der Salzsprühnebelprüfkammer muss gemäß der Methode zur Beurteilung der Korrosivität in Prüfkammern in ISO 9227 überprüft werden. Die Zeitintervalle zwischen Korrosivitätsprüfungen dürfen bei Dauerbetrieb nicht mehr als drei Monate betragen. Der Inspektionsbericht muss das Datum der letzten Korrosivitätsprüfung angeben.

9.6 Beständigkeit gegen Verschleiß/Abrieb

Dies beinhaltet Methoden zur Bewertung der Verschleißbeständigkeit der Oberfläche einer anodisch erzeugten Oxidschicht (Oberflächenabriebfestigkeit) und zur Bewertung der Verschleißbeständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht über ihre gesamte Schichtdicke hinweg im Ganzen (sogenannte Bulk-Verschleißbeständigkeit). Einige der Methoden bewerten die Beständigkeit gegen Abriebverschleiß und andere gegen Erosionsverschleiß.

9.6.1 Oberflächenabriebsprüfung

Mit dieser Prüfung wird die Qualität der anodisch erzeugten Oxidschicht bewertet. Die Oberflächenabriebfestigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht wird beurteilt, indem man glasbeschichtetes Schleifpapier verwendet, um zu bestimmen, ob die Beschichtung härter als das Glas ist oder nicht. Die Oberflächenabriebfestigkeit muss durch Anwendung der Methode 1 aus ISO 18771 ermittelt werden. Dabei ist auf Folgendes zu achten:

- Das glasbeschichtete Schleifpapier sollte fest um den Gummiblock gehalten werden und, unter Ausübung leichten Fingerdrucks, flach über die anodisierte Oberfläche geführt werden.
- Falls die anodisch erzeugte Oxidschicht härter als das Glas ist, gleitet das Schleifpapier leicht über die Oberfläche und die Beschichtung wird dabei lediglich poliert. Falls das Glas härter als die Beschichtung ist, spürt man einen deutlichen Widerstand, sobald es in die Beschichtung greift.

9.6.2 Schleifscheibe

Diese Prüfung bewertet die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen abrasiven Verschleiß.

Es handelt sich hierbei um die Schiedsprüfung zur Bewertung der Oberflächenabriebfestigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht.

Die Beständigkeit gegen Abrieb muss durch den Einsatz des Abriebprüfverfahrens mit Schleifscheibe wie in ISO 8251 beschrieben bestimmt werden, mit der Ausnahme, dass kein PMMA-Standardprüfkörper verwendet werden darf.

9.6.3 Schleifmittelstrahl

Diese Prüfung bewertet die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen Erosionsverschleiß.

Die Beständigkeit gegen einen Strahl von erosiv wirkendem Material muss durch den Einsatz des Abriebprüfverfahrens mit Schleifmittelstrahl wie in ISO 8251 beschrieben bestimmt werden, mit der Ausnahme, dass kein PMMA-Standardprüfkörper verwendet werden darf.

9.6.4 Abriebprüfverfahren mit fallendem Sand

Diese Prüfung bewertet die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen Erosionsverschleiß.

Die Beständigkeit gegen Erosion durch fallenden Sand muss durch den Einsatz des Abriebprüfverfahrens mit fallendem Sand wie in ISO 8251 beschrieben bestimmt werden.

9.6.5 Taber Abraser-Test

Diese Prüfung bewertet die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen Abrieb. Die einzusetzende Methode wird in der ISO 10074 beschrieben.

9.7 Mikrohärte

Die Mikrohärte einer anodisch erzeugten Oxidschicht muss durch Einsatz des Härteprüfverfahrens nach Vickers gemäß ISO 4516 bestimmt werden.

9.8 Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung

Die Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung einer anodisch erzeugten Oxidschicht muss durch Einsatz der Methode gemäß ISO 3211 bestimmt werden.

Die Bewertung der Beständigkeit gegen Verformung kann für Walzerzeugnisse, die nach dem Anodisieren verformt werden, maßgeblich sein.

9.9 Beständigkeit gegen Licht und UV-Strahlung

9.9.1 Lichtbeständigkeit

Die Lichtbeständigkeit von anodisiertem Aluminium muss durch die Methode gemäß ISO 2135 bestimmt werden.

Dies ist eine beschleunigte Prüfung, bei der künstliches Licht eingesetzt wird. Sie eignet sich als Prüfung im Rahmen der Produktionskontrolle für farbige anodisch erzeugte Oxidschichten, deren Lichtbeständigkeit durch Freibewitterungsprüfungen festgestellt worden ist. Sie ist nicht für farbige Beschichtungen mit einer Lichtbeständigkeit unter Stufe 6 geeignet.

9.9.2 Beständigkeit gegen UV-Strahlung und Wärme

Die Beständigkeit von anodisiertem Aluminium gegen UV-Strahlung und Wärme muss durch die Methode gemäß ISO 6581 bestimmt werden.

Dabei handelt es sich um eine Vergleichsmethode. Sie ist nicht geeignet für die Prüfung von farbigen Beschichtungen, die wärmeempfindlich sind.

9.10 Elektrische Durchschlagsspannung

Die elektrische Durchschlagsspannung einer anodisch erzeugten Oxidschicht muss durch eine der Methoden, die in ISO 2376 spezifiziert sind, bestimmt werden.

Die Methoden gelten für verdichtete Beschichtungen, die hauptsächlich als elektrische Isolatoren verwendet werden. Beachten Sie, dass die Durchschlagsspannung von relativer Luftfeuchtigkeit beeinflusst wird.

9.11 Kontinuität der Beschichtung

Die Kontinuität einer anodisch erzeugten Oxidschicht muss durch die Methode gemäß ISO 2085 (Kupfersulfatversuch) bestimmt werden.

Die Methode gilt für Beschichtungen, die verformt wurden wie diejenigen, die durch Bandanodisation erzeugt werden. Sie gilt ebenso für Beschichtungen mit einer Schichtdicke von weniger als 5 µm.

9.12 Oberflächendichte

Die Oberflächendichte einer anodisch erzeugten Oxidschicht muss durch die Methode gemäß ISO 2106 bestimmt werden.

Die Methode ist nicht für Beschichtungen auf Aluminiumlegierungen mit einem Kupfergehalt von mehr als 6 % geeignet. Beachten Sie, dass, wenn die Schichtdicke oder relative Dichte der Beschichtung bekannt ist, die Oberflächendichte dazu verwendet werden kann, um den Wert der unbekanntem Eigenschaft zu berechnen.

9.13 Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse

Die Beständigkeit einer anodisch erzeugten Oxidschicht gegen wärmebedingte Rissbildung muss wie folgt bestimmt werden:

- Platzieren Sie eine Probe des zu prüfenden Materials in einen Ofen, der auf 50 °C vorgeheizt wurde und der die Temperatur mit einer Abweichung von nicht mehr als ± 3 °C halten kann.
- Überprüfen Sie die Probe nach 30 Minuten visuell auf Mikrorisse. Erhöhen Sie die Ofentemperatur um 5 °C, falls keine Mikrorisse erkennbar sind.
- Beginnen Sie mit einer Zeitvorgabe von 30 Minuten, wenn der Ofen die Temperatur erreicht hat, und prüfen Sie dann die Probe erneut auf Mikrorisse.

- Erhöhen Sie die Temperatur um weitere 5 °C, falls keine Mikrorisse erkennbar sind, und überprüfen Sie die Probe in 30-Minuten-Intervallen bis Mikrorisse erkennbar sind.

9.14 Zusammenfassung der Produktprüfungen für die verschiedenen Arten der Anodisierung

Tabelle 2 bietet einen Überblick über die Prüfungen, die vom Unterlizenznehmer (Anodisierbetrieb) durchgeführt werden und die Prüfungen, die abhängig von der Art der Anodisierung im Rahmen einer Inspektion durchgeführt werden. Sie enthält Verweise auf die Unterparagraphen, die die Prüfungen beschreiben und auf die Anhänge und Unterparagraphen, in denen die auszuführenden Prüfungen spezifiziert werden. Das Symbol X gibt an, dass eine Prüfung vom Unterlizenznehmer auszuführen ist, während das Symbol o angibt, dass eine Prüfung vom Unterlizenznehmer nur auszuführen ist, wenn und soweit dies mit dem Kunden vereinbart wurde. Der Unterlizenznehmer kann die Durchführung einer Prüfung nur dann an eine andere Organisation untervergeben, wenn die Organisation gemäß ISO 17025 für diese Prüfung akkreditiert ist. Beachten Sie, dass es spezielle Regeln für Lichtbeständigkeitsprüfungen gibt, die die Umstände spezifizieren, unter denen ein Unterlizenznehmer die Prüfungen nicht durchführen muss. In allen Fällen können bestimmte Bedingungen und besondere Anforderungen zutreffen; diese werden in den entsprechenden Unterparagraphen spezifiziert. Daher ist es wesentlich, dass diese zu Rate gezogen werden, anstatt sich einzig auf Tabelle 2 zu verlassen. Die grau hinterlegten Zellen in Tabelle 2 geben an, dass es sich um Prüfungen im Rahmen einer Inspektion handelt. Beachten Sie, dass Inspektionen keine Prüfungen auf sichtbare Schäden, Oberflächenstruktur, Farbe und Maßtoleranzen beinhalten, da diese Merkmale ohne weiteres vom Kunden selbst geprüft werden können.

Tabelle 2. Produktprüfungen, die vom Unterlizenznehmer durchgeführt werden, und solche, die im Rahmen einer Inspektion durchgeführt werden

Produktprüfung	Unter- para- graf	Anodisierart			
		Architektur- bereich	Industrie	Dekoratives Anodisieren	Harteloxie- ren
		Aussehen sowie Schutz sind wichtig	Aussehen ist zweitragig	Dekoratives Fi- nish ist die Haupteigen- schaft	Hohe Abrieb- beständigkeit
		12.6 & 12.10	13.6 & 13.10	14.6 & 14.10	15.6 & 15.10
Schichtdicke	9.2	X	X	X	X
Maßtoleranzen			o		o
Massenverlust (mit Vortauchen)	9.3.1	X	X	X	
Massenverlust (ohne Vortauchen)	9.3.2				
Farbtropfen	9.3.3	X	X	X	
Scheinleitwert	9.3.4				
Oberflächenschäden (kein spezifizierter Abstand)	9.4.1		X		X
Oberflächenschäden bei 5 m & 3 m	9.4.1	X			
Oberflächenschäden bei 2 m & 0,5 m	9.4.1			X	
Struktur & Farbe	9.4.2	X	o	X	
Lichtreflexion	9.4.3			o	
Korrosionsbeständigkeit (AASS)	9.5		o		
Korrosionsbeständigkeit (NSS)	9.5				

Oberflächenabriebfestigkeit (glasbeschichtetes Schleifpapier)	9.6.1	X			
Oberflächenabriebfestigkeit (Schleifscheibe)	9.6.2	X			
Verschleißbeständigkeit (Schleifscheibe)	9.6.2		o		X
Verschleißbeständigkeit (Schleifmittelstrahl)	9.6.3			o	
Verschleißbeständigkeit (fallender Sand)	9.6.4				
Verschleißbeständigkeit (Taber Abraser-Test)	9.6.5				o
Mikrohärte	9.7		o		o
Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung	9.8	o	o	o	
Lichtbeständigkeit	9.9.1	X		o	
Beständigkeit gegen UV-Strahlung	9.9.2			o	
Elektrische Durchschlagsspannung	9.10		o		o
Kontinuität der Beschichtung	9.11	o	o	o	
Oberflächendichte	9.12		o		o
Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse	9.13			o	
Rauigkeit			o		o
Betriebssimulationstest			o	o	o

10 Zulassung neuer Verfahren und Produkte

Es ist wichtig, dass neue Verfahren und Produkte, die in der Produktion von anodisiertem Aluminium für Außenanwendungen im Architekturbereich eingesetzt werden, von QUALANOD getestet und zugelassen werden. Dies liegt daran, dass die Folgen der Bewitterung langfristig und sehr variabel sein und in Labortests nicht effektiv simuliert werden können. Das Testen und Zulassen neuer Verfahren und Produkte für den Einsatz bei der Produktion von anodisiertem Aluminium für andere Anwendungen ist nicht erforderlich, falls effektive Labortests oder Simulationen der Betriebsbedingungen angewandt werden können.

Ein neues Verfahren oder Produkt erfordert die Abprüfung und Zulassung, falls es die Lebensdauer bzw. Haltbarkeit des anodisierten Aluminiums im Außenbereich beeinflussen könnte. Dies schließt neue Verfahren und Produkte für das Anodisieren und Verdichten ein, kann jedoch andere neue Verfahren und Produkte, die nach dem Anodisierschritt in einer Anodisieranlage angewandt werden, ebenso einschließen.

Lizenznehmer, die für Produkte gemäß Paragraf 12, Anodisieren im Architekturbereich, lizenziert sind, dürfen nur Verfahren und Produkte für das Anodisieren und nachgelagerte Verfahren in einer Anodisieranlage verwenden, die im Einsatz in Anodisieranlagen gängig sind oder eine laufende Zulassung von QUALANOD besitzen. Bereits eingeführte Verfahren und Produkte sind z. B. Oxalsäurezusätze für Anodisierbäder, Färbung (einschließlich der Fixierung der Farbe durch Einsatz einer nickelsalzhaltigen Lösung), Einfärbung durch elektrische Abscheidung eines Metalls oder Metalloxyds, hydrothermale Verdichtung (einschließlich Vorverdichtung in einer Triethanolamin-Lösung) und eine zweistufige Kaltverdichtung mit einer nickelfluoridhaltigen Lösung.

Bevor ein Lizenznehmer, der für Produkte des Paragraphen 12 „Anodisieren im Architekturbereich“ lizenziert ist, ein neues Verfahren oder Produkt verwenden kann, muss er bei QUALANOD nachfragen, ob der Einsatz des Verfahrens oder Produkts bereits eingeführt ist bzw. eine aktuelle Zulassung besitzt. Falls beides nicht der Fall ist, kann ein Antrag auf Zulassung gestellt werden. Das Zulassungsverfahren ist in einem separaten Dokument spezifiziert, das bei der Geschäftsstelle von QUALANOD erhältlich ist.

11 Richtlinien für Produkte und Verfahren

11.1 Allgemeines

Dieser Paragraf bietet Orientierung und Empfehlungen. Der Inhalt ist nicht bindend für die Einhaltung dieser Spezifikationen.

11.2 Das zu anodisierende Aluminium

11.2.1 Anodisieren im Architekturbereich

Die am häufigsten verwendeten Legierungen für Außenanwendungen im Architekturbereich sind die Reihen AA 1000, 5000 und manchmal 3000 für Walzprodukte sowie die Serie 6000 für stranggepresste Produkte. Tabelle 3 gibt Orientierung zu Legierungen, die für das Anodisieren geeignet sind und beinhaltet Legierungen, die normalerweise für dekorative und schützende Anwendungen als gut geeignet betrachtet werden. Diese Materialien haben nach dem Anodisieren nicht mehr das gleiche Aussehen, selbst nicht bei der gleichen Legierung. Dies beruht auf der Tatsache, dass das Aussehen nach Vorbehandlung und Anodisieren stark von der Mikrostruktur der Legierung beeinflusst wird. Die Mikrostruktur hängt von den eingesetzten metallurgischen Verfahren und der Zusammensetzung der Legierung ab. Darüber hinaus sind die Spezifikationen für die Zusammensetzung der Legierungen in den nationalen und internationalen Normen sehr allgemein gehalten; die Hersteller von Legierungen, die für das Anodisieren geeignet sind, haben ihre eigenen Spezifikationen, die wesentlich eingeschränkter sind. Da selbst leichte Differenzen in der metallurgischen Mikrostruktur zu wesentlichen Differenzen im Aussehen führen können, wird empfohlen, Materialien aus verschiedenen Produktionslosen für einzelne Projekte/Aufträge nicht zu vermischen.

Für Aluminiumstrukturen, die vom Eurocode (EN 19991-1) abgedeckt werden, dürfen nur die dort aufgeführten Legierungen verwendet werden. Diese Legierungen sind durch einen Stern* gekennzeichnet.

Der Kunde sollte die Legierung spezifizieren und bestätigen, dass das Halbfertigprodukt der entsprechenden Norm für die technischen Bedingungen für Prüfung und Lieferung, z. B. ISO 6362-1, EN 485-1, EN 586-1, EN 754-1, EN 755-1, EN 12020-1 entspricht. Solche Normen spezifizieren die Zusammensetzung gemäß EN 573-3 und die Freiheit von Oberflächenfehlern. Sie empfehlen auch, dass Halbfertigerzeugnisse, die anodisiert werden sollen, vor der Lieferung durch den Hersteller auf ihre Anodisierbarkeit geprüft und dass die Prüffrequenz und Prüfmethode zwischen dem Hersteller und seinem Kunden vereinbart werden sollten. Eine geeignete Prüfmethode ist die Behandlung einer Probe des Produkts in einer Anodisieranlage, um das Finish zu erzeugen, das zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart wurde. Die Probe wird anschließend durch Sichtprüfung bewertet.

Legierungen, die nicht in Tabelle 3 enthalten sind, können verwendet werden, falls dies vom Kunden verlangt wird, wobei dieser die Schichtdickenklasse für das Anodisieren schriftlich spezifizieren sollte.

Tabelle 3. Legierungen, die für das Anodisieren im Architekturbereich geeignet sind

Reihen (AA)	Legierungsbestandteile	Metalleigenschaften	Legierungen (AA)	Eigenschaften des anodisierten Metalls
1xxx	keine	weich leitend	1050A 1080A	durchsichtig hell
<i>Veredelungshinweis: dieses weiche Material muss vorsichtig abgezogen werden; gut geeignet für helle Produkte; empfindlich gegen Beizspuren.</i>				
5xxx	Magnesium	solide verformbar	5005* 5005A* 5050 5251 5657 5754*	durchsichtig guter Schutz
<i>Veredelungshinweis: Achten Sie bei 5005 und 5005A darauf, dass die Werte von Si < 0,1 % und Mg konstant zwischen 0,7 % und 0,9 % liegen; prüfen Sie auf Oxidzeilen; 5005 und 5005A werden weitverbreitet für Anwendungen im Architekturbereich eingesetzt.</i>				
6xxx	Magnesium und Silizium	solide verformbar	6060* 6063* 6063A* 6463	durchsichtig guter Schutz
<i>Veredelungshinweis: Achten Sie für ein mattes Finish darauf, dass der Wert von Fe > 0,22 % und für ein helles Finish Fe < 0,15 % ist; 6060 und 6063 können für 5005 und 5005A am besten geeignet sein; 6463 kann für chemisches Glänzen am besten geeignet sein; Schwankungen des Fe-Gehalts und bei anderen Elementen kann das endgültige Aussehen nach dem Anodisieren beeinflussen.</i>				

11.2.2 Anodisieren im Industriebereich und Harteloxieren

Tabelle 4 gibt Orientierung zu der Auswahl der Legierungen für industrielle Anwendungen. Obwohl Harteloxieren für viele Legierungen verwendet werden kann, erfordern Legierungen mit mehr als 5 % Kupfer und/oder 8 % Silizium sowie Gusslegierungen spezielle Anodisierverfahren. Legierungen mit einem geringen Gehalt an Legierungselementen erzielen die beste Mikrohärte und Abriebfestigkeit sowie die geringste Oberflächenrauigkeit.

Tabelle 4. Richtlinien für Legierungen im Industriebereich und das Harteloxieren

Legierung (AA)	Korrosionsschutz	Abriebfestigkeit
1080, 1050A	Hervorragend	Hervorragend
1200	Sehr gut	Hervorragend
2011, 2014A, 2017A, 2024, 2030, 2031	Mittelmäßig	Gut
3003, 3103, 3105	Gut	Gut
4043A	Gut	Gut
5005, 5050, 5052	Hervorragend	Hervorragend
5056A	Gut	Hervorragend
5083	Gut	Gut
5154A, 5251, 5454, 5754	Sehr gut	Hervorragend
6005A, 6061, 6463	Sehr gut	Sehr gut
6060, 6063	Hervorragend	Hervorragend
6082, 7020, 7022, 7075	Gut	Gut

Vor dem Anodisieren sollten scharfe Kanten bearbeitet werden, um einen Radius von wenigstens dem 10fachen der gewünschten Schichtdicke zu erreichen und Verbrennungen zu vermeiden. Die Artikel sollten nach dem Anodisieren generell keiner Wärmebehandlung und keinen Bearbeitungs-, Schweiß-, Umformungs- und Perforierarbeiten unterzogen werden, obwohl manchmal Schleifen eingesetzt wird, um Maßtoleranzen zu erreichen.

11.2.3 Dekoratives Anodisieren

Zur Herstellung besonders dekorativer Effekte oder eines besonders einheitlichen Aussehens sollten Legierungen mit Eloxalqualität verwendet werden. Diese werden mit speziellen Herstellungstechniken erzeugt. Es gibt keine nationale oder internationale Norm für die Eloxalqualität, da sich dieser Begriff auf die besonderen Produktionspläne bezieht, die von den Herstellern ausgearbeitet werden.

Zur Erzeugung einer Hochglanzoberfläche sollte Aluminium mit höherer Reinheit oder spezielle Legierungen verwendet werden.

Die allgemeinen Auswirkungen der Legierungselemente sind wie folgt:

- Eisen. Reduziert die Spiegelhelligkeit. Hohe Eisen:Silizium-Verhältnisse führen zu dunklen Streifen.
- Silizium. Flecken- oder Wolkenbildung bei Ausscheidungen. Mehr als 5 % Silizium führt zu dunkelgrauen oder schwarzen Beschichtungen.
- Magnesium. Bis zu 3 % Magnesium führt zu farblosen Beschichtungen.
- Kupfer. Erhöht die Spiegelhelligkeit. Mehr als 2 % Kupfer führt zu Entfärbung.
- Mangan. Bis zu 1 % Mangan kann abhängig von der Mikrostruktur der Legierung zu durchsichtigen, silbernen, grauen, braunen oder gesprenkelten Beschichtungen führen.
- Zink. Bis zu 5 % Zink kann abhängig von der Mikrostruktur der Legierung zu farblosen, braunen oder gesprenkelten Beschichtungen führen.
- Chrom. 3 % Chrom führt zu gelben Beschichtungen.

Spezielle Legierungen für Integralfärbung und „selbsteinfärbende“ Legierungen für das Schwefelsäure- oder das Schwefel-/Oxalsäure-Verfahren können für die Herstellung bestimmter Farben verwendet werden.

11.3 Die Dicke anodisch erzeugter Oxidschichten

11.3.1 Anodisieren im Architekturbereich

Bei anodisiertem Aluminium steigt der Grad des Schutzes gegen Lochkorrosion des Aluminiums mit steigender Schichtdicke. Daher hängt die Lebensdauer des Produkts von der Schichtdicke ab. Jedoch ist mit dickeren Beschichtungen ein größerer Energieaufwand verbunden. Daher ist ein Über-Anodisieren nicht empfehlenswert. Die Wahl der Schichtdickenklasse für Außenanwendungen im Architekturbereich hängt von der Aggressivität der Umgebung ab und kann durch nationale Normen bestimmt werden.

Der Einsatz einiger Farbstoffe macht die Spezifizierung einer Klasse 20 oder höher erforderlich, um die geeignete Farbaufnahme und Lichtbeständigkeit zu erzielen.

11.3.2 Anodisieren im Industriebereich und Harteloxieren

Die allgemeine Schichtdicke beträgt 15 µm bis 150 µm. Produkte, wie z. B. Vielkeil-Verzahnungen und Gewinde können Beschichtungen mit einer Dicke bis zu 25 µm besitzen. Vorgaben für Isolierungen können meist durch Beschichtungen mit einer Dicke von 15 µm bis 80 µm erfüllt werden. Beschichtungen mit einer Dicke von 150 µm werden für Reparaturzwecke eingesetzt.

11.4 Aussehen

11.4.1 Mängel

Mängel können Abdrücke, Kratzer, Vertiefungen, Korrosion, (Un-)Ebenheit, Schweißprodukte, Streifen, Pressflöhe und Legierungsausscheidungen sein.

11.4.2 Oberflächenstruktur

ISO 7599 enthält ein Bezeichnungssystem für die Oberflächenvorbereitung. Das Aussehen des Endprodukts hängt von der Oberflächenvorbehandlung direkt vor dem Anodisieren ab. Die Vorgaben für die Einheitlichkeit des Aussehens beziehen sich auf die Variationen in der Legierung einschließlich der Variationen, die durch das Herstellungsverfahren verursacht werden, und der Variationen der Vorbehandlung durch die Anodisieranlage.

Das Ausmaß zulässiger Variationen des endgültigen Aussehens und der Einheitlichkeit sollten mithilfe von Referenzproben vereinbart werden, die die geforderte Schichtdicke haben und von beiden Parteien abgenommen wurden. Auch die Bewertungsmethode sollte von beiden Parteien vereinbart werden. Es sollte beachtet werden, dass es nicht möglich ist, „Ober- und Untergrenzen“ für das Aussehen festzulegen, da hier eine Reihe von verschiedenen Faktoren mitspielen. Obwohl zum Beispiel der Glanzwert auf einer Skala von bis zu 100 variiert, ist es möglich, dass Proben mit ähnlichen Glanzwerten bei der Sichtprüfung ganz anders aussehen.

Wenn instrumentelle Methoden für eine quantitative Messung der Oberflächenstruktur eingesetzt werden, ist es wichtig, auf die Messrichtung bei den Proben (Arbeitsrichtung) zu achten und die Arbeitsanweisungen entsprechend anzufertigen. Der Glanzwert zum Beispiel sollte gemessen werden, indem das Gerät so auf die Probe aufgesetzt wird, dass sich Einfallsebene und Reflexionsebene parallel zur Arbeitsrichtung des Metalls befinden.

11.5 Ausstattung von Anodisierbetrieben

11.5.1 Becken

Das Material und/oder die Verkleidung der Becken muss so gewählt werden, dass für die Badlösungen keine Gefahr der Verunreinigung besteht.

Das Volumen der Anodisierbäder sollte im Verhältnis zur Amperezahl stehen um sicherzustellen, dass die erforderliche Stromdichte erreicht und die spezifizierte Temperatur gehalten werden kann.

11.5.2 Kühlung der Anodisierelektrolyte

Die Kühlkapazität des eingesetzten Systems sollte in der Lage sein, die gesamte Wärme abzuführen, die während des Elektrolyseprozesses bei maximaler Auslastung der installierten elektrischen Anlage und der Geschwindigkeit, mit der sie betrieben wird, entsteht. Die Wärme, die in Kalorien pro Stunde durch normales Anodisieren bei Betriebstemperatur erzeugt wird, beträgt ca.

$$0,86 \times I \times (V + 3) = K$$

wobei I der maximale Strom in Ampere, V die maximale Spannung in Volt und K die Kühlkapazität in kcal/h darstellt. Bei der Berechnung der gesamten Kühlkapazität sollten die Umgebungsbedingungen mitberücksichtigt werden.

11.5.3 Umwälzung der Anodisierelektrolyte

Die Bewegung des Elektrolyten relativ zu den Werkstücken sollte ausreichend sein, um überschüssige Wärme, die auf der Oberfläche des Aluminiums während des Anodisiervorgangs erzeugt wird, abzuführen.

Es ist wesentlich, die Elektrolyttemperatur um das Werkstück herum konstant zu halten, da ein unzureichender Wärmetransfer zu einer schlechten Qualität der anodischen Beschichtung führen kann. Geeignete Umwälzung kann durch hydraulische Verwirbelung oder Luftumwälzung erzielt werden. Bei der Stückbeschichtung ist die Umwälzung des Elektrolyts mittels einer konventionellen Pumpe im Allgemeinen nicht ausreichend, um die exakte Badtemperatur konstant zu halten. Eine hydraulische Verwirbelung jedoch, die durch ein Pumpensystem mit Ejektordüsen erzeugt wird, die sich am Boden des Beckens befinden, ist bei der Stapelverarbeitung ausreichend. Obwohl die hydraulische Verwirbelung mehr Energie erfordert als die Niederdruck-Luftumwälzung, kann die Differenz mit dem Energieverlust durch das Verdunsten von Wasser bei Becken mit Luftumwälzung vergleichbar sein. Hydraulische Verwirbelung liefert größere Umwälzung als Luftsysteme, wodurch eine einheitliche Schichtdicke über die Ladungen erhöht und die Möglichkeit des Verbrennens reduziert wird. Darüber hinaus entwickelt sich auf der Oberfläche der Lösung weniger Säurenebel.

Falls das Verfahren mit Luftumwälzung gewählt wird, sollte mindestens 5 m³/h pro Quadratmeter Badoberfläche verwendet werden (gemessen mit dem Rotameter); der empfohlene Wert liegt bei 12 m³/h pro Quadratmeter. Beachten Sie, dass Luftblasen die Widerstandsfähigkeit der Lösung um bis zu 35 % erhöhen, wodurch sich der Verbrauch an elektrischer Energie für das Anodisieren ebenfalls erhöht. Der Luftstrom sollte sicherstellen, dass der Elektrolyt gleichmäßig über die ganze Badoberfläche umgewälzt wird. Dies wird am besten durch ein großes Volumen an Niederdruckluft eines Gebläses anstelle eines Kompressors erreicht. Der Einsatz von Druckluft führt zu großen Wärmeverlusten durch Verdampfen, vor allem in Verbindung mit Luftabsaugung. Beachten Sie, dass der Einsatz von Druckluftumwälzung aufgrund des hohen Energieverbrauchs nicht zu den „Besten Verfügbaren Techniken (BVT)“ gehört. Falls jedoch ein Kompressor verwendet wird, sollten die Abmessungen der Leitungen und Austrittsöffnungen angepasst werden, um eine gleichmäßige Umwälzung zu erreichen.

11.5.4 Heizung

Die Heizleistung der einzelnen Bäder sollte im Verhältnis zu den Temperaturen stehen, die während der verschiedenen Stadien der Behandlung eingehalten werden müssen. Es sollte vor allem möglich sein, die Temperatur des hydrothermalen Verdichtungsbaus während des Verdichtungsprozesses auf mindestens 96 °C zu halten.

11.5.5 Stromversorgung

Die elektrische Ausrüstung und Anlagen (Gleichrichter und Stromschienen) sollten dazu geeignet sein, die erforderliche Stromdichte für eine Ladung bei maximaler installierter Gleichrichterkapazität zu erzeugen.

Es sollte möglich sein, die Gleichstromversorgung in Stufen von maximal 0,5 V zu regulieren.

Die Geschwindigkeit, mit der die Spannung angelegt wird, ist kein wesentlicher Faktor. Jedoch kann eine langsame Reduzierung der Spannung am Ende des Zyklus dazu führen, dass die anodisch erzeugte Oxidschicht angegriffen wird.

Die Anzeigen der Volt- und Amperemeter müssen eine Einteilung haben, die jeweils maximal 2 % (Volt) bzw. 5 % (Ampere) des gesamten Skalenausschlags darstellen. Die Anzeigen der Volt- und Amperemeter müssen mit einer Genauigkeit von mindestens 2 % (V) bzw. 5 % (A) der Gesamtskala ablesbar sein

Die Messgeräte müssen die Präzisionsklasse 1,5 % besitzen und sollten zweimal jährlich überprüft werden.

Wenn eine Stromzufuhr mit komplizierten Frequenzwellenformen eingesetzt wird, muss sichergestellt werden, dass das Strommessgerät den tatsächlichen Hauptstrom misst. Es ist

sehr wichtig mit der richtigen Stromdichte zu arbeiten, daher muss der Strom gemessen werden, der tatsächlich in das Anodisierbad geliefert wird.

Der Spannungsabfall von der Stromschiene zum Mitnehmerkontakt darf nicht mehr als 0,3 V betragen; die Temperatur sollte nicht auf mehr als 30 °C über die Umgebungstemperatur ansteigen.

11.5.6 Aufnahmevorrichtungen

Aufnahmevorrichtungen aus Aluminium, die in den Elektrolyten eingetaucht werden, sollten einen Querschnitt von mehr als 0,2 mm²/A besitzen. Für Titan, das einen höheren Widerstand hat, sind größere Querschnitte erforderlich.

Die Anzahl und Größe der Kontakte sollte ausreichend sein, um den Strom gleichmäßig zu allen Werkstücken der Ladung und zur gesamten Oberfläche jedes einzelnen Werkstücks zu leiten; der Anpressdruck auf die Kontakte sollte groß genug sein, um die Oxidation der Kontaktstellen und jede Bewegung der Werkstücke während der Elektrolyse zu verhindern.

Die Werkstücke sollten so auf den Aufnahmevorrichtungen platziert werden, dass eine Schwankung der anodischen Schichtdicke minimiert wird. Wenn die Werkstücke sehr dicht nebeneinander oder in mehreren Reihen ohne Kathoden dazwischen auf den Aufnahmen sitzen, kann dies zu einer erhöhten Schwankung der Schichtdicke führen. Daher werden Systeme mit zentralen Kathoden zwischen den Reihen der Werkstücke empfohlen.

11.6 Verfahren der Anodisierbetriebe

11.6.1 Spülen

Nach jedem Vorbehandlungsstadium (Oberflächenvorbereitung, Anodisieren, Färben) sollte mindestens eine separate Spülung vorgenommen werden.

Manche Behandlungsstadien erfordern mehrere Spülgänge. Das gilt besonders für das Anodisieren. Da die erste Spülung für gewöhnlich sehr sauer ist, ist eine zweite Spülung vor dem Färben oder Verdichten notwendig.

Anodisierte Werkstücke sollten nie länger als 1 bis 2 Minuten im Säurebad verbleiben, da die Beschichtung ansonsten angegriffen wird.

11.6.2 Oberflächenvorbereitung

11.6.2.1 Allgemeines

Die Oberflächenvorbereitung vor dem Anodisieren kann eine Reihe von verschiedenen Zwecken erfüllen. Ein Zweck ist das Reinigen, d.h. die Entfernung von ungewolltem Material oder Verschmutzungen von der Oberfläche wie z. B. Pressflöhe, Oxidschichten und Schmiermittel. Ein weiterer Zweck ist die Glättung der Oberfläche, wodurch deren Spiegelwirkung erhöht wird. Es gibt Aufräumprozesse, die besonderes Aussehen erzeugen. Eine weitere Kategorie beinhaltet Prozesse zur Funktionalisierung der Oberfläche, wie z. B. zur Haftungsverbesserung, dies wird beispielsweise beim Tunnelbeizen für Kondensatorfolien angewandt.

Prozesse zur Glättung umfassen:

- Mechanisches Polieren wird häufig vor dem chemischen oder elektrochemischen Glänzen angewandt.
- Elektrochemisches Glänzen (auch als „Elektropolieren“ bekannt) zur Erzielung höchsten Spiegelreflexionsvermögens (höchsten gerichteten Reflexionsgrades)
- Chemisches Glanzbeizen hauptsächlich mit Mischungen aus Phosphor- und Schwefelsäure als Ersatz für mechanisches Polieren

- Chemisches Glänzen zur Erhöhung des Spiegelreflexionsvermögens (des gerichteten Reflexionsgrades) unter Verwendung von Mischungen aus Phosphor- (+Schwefel-) und Salpetersäure.

Aufrauhungsprozesse beinhalten u. a. chemisches Beizen zur Erzielung matter Oberflächen. Zum Beizen werden im Allgemeinen Natriumhydroxidlösungen, manchmal aber auch saure Lösungen eingesetzt. Zu den Aufrauhungsprozessen zählt auch das Strahlen mit Stahlschrot, das vor dem chemischen Beizen zur Verringerung der dortigen Prozesszeit und des Abwasseranfalls eingesetzt werden kann.

11.6.2.2 Mechanische Prozesse

Es gibt eine Reihe von mechanischen Prozessen zur Oberflächenvorbereitung die dazu dienen, die Topografie und das Aussehen der Oberfläche zu verändern. Schleifen und Polieren entfernen Pressriefen, Pressflöhe, Kratzer, Vertiefungen und andere oberflächliche Schönheitsfehler und sorgen für ein glattes oder glänzendes Oberflächenfinish. Schwabbeln (nach dem Polieren) erhöht das Spiegelreflexionsvermögen (den gerichteten Reflexionsgrad). Strahlen mit feinen Strahlmitteln wird verwendet, um ein sauberes, mattes Oberflächenfinish zu erzielen. Weitere Verfahren sind Bürsten, Hämmern und Profilwalzen.

Zum Schleifen wurden ursprünglich harzgebundene Schleifscheiben mit Karborundum (Siliziumkarbid) ohne weitere Schmiermittel verwendet. Der Schleifstein kann jedoch durch die weichen Metallpartikel verstopfen. Aktuell werden grobe Schleifpartikel (Schmirgel, Aluminiumoxid oder Karborundum) auf Schleifbändern oder Schleifscheiben bevorzugt.

Auf mechanisches Polieren folgt stets chemisches oder elektrochemisches Glänzen, das die Oberflächenverunreinigungen entfernt, so dass bei der Anodisation eine perfekt transparente Schicht entsteht.

11.6.2.3 Reinigen

Es gibt eine Reihe von organischen und anorganischen Verunreinigungen, die auf Aluminiumoberflächen auftreten können, wie zum Beispiel:

Organisch	Anorganisch
Umformschmiermittel Korrosionsschutzöle und -fette Polierzusätze Fettrückstände aus der Handhabung z. B. Fingerabdrücke Fehlerhafte organische Beschichtungen	Oxide und Hydroxide Korrosionsprodukte Pressflöhe Werkzeugbeschichtung Staub und Schmutz Späne Aluminium-Feinpartikel Schweiß- oder Hartlötflusmittel Fehlerhafte anorganische Beschichtungen

Traditionell wurden zum Entfetten organische Lösungsmittel verwendet, um die organischen Verschmutzungen zu entfernen. Diese Praxis ist aber aus Umweltschutzgründen stark zurückgegangen. Alkalische oder saure Lösungen wurden zur Entfernung der anorganischen Verunreinigungen verwendet.

Unzureichendes Entfetten kann ungleichmäßig verteilte Stellen mit Restbefettung auf der Oberfläche hinterlassen. Dies kann im nächsten Prozessschritt zu ungleichmäßigem Beizangriff führen. Die tatsächliche Beizezeit variiert in verschiedenen Teilbereichen der Oberfläche, weil die Beize zunächst die Restbefettung entfernen muss, bevor der Beizangriff auf das darunterliegende Aluminium beginnen kann.

Eine stranggepresste Aluminiumoberfläche kann auch ausgedehnte Bereiche mit Aluminiumhydroxid, Magnesiumoxid und anderen Korrosionsprodukten aufweisen, die möglicherweise ungleichmäßig auf der Oberfläche verteilt sind. Die frische Oberfläche eines Profils weist für einige Sekunden nach dem Verlassen des Strangpresswerkzeugs eine hohe Temperatur auf, bevor das Profil abgekühlt wird. Daraus ist eigentlich eine dünne, amorphe Oxidschicht zu erwarten, mit einer Dicke von möglicherweise weniger als fünf bis zehn nm. Die tatsächliche Oxidschicht auf der Oberfläche kann aber örtliche Partikel mit über 100 nm Größe beinhalten und es gibt Hinweise darauf, dass sich die Oberfläche der Oxidschicht mit Magnesium anreichert. Möglicherweise nach dem Verlassen des Werkzeugs oder während der Wärmebehandlung diffundiert das Magnesium aus Regionen unterhalb der Oberfläche und bildet Oxide und Hydroxide. Wenn das mit Magnesium angereicherte Oxid nicht im Reinigungsprozess entfernt wird, verursacht es Probleme im Beizprozess. Magnesiumoxid ist in alkalischen Beizen weitgehend unlöslich, was den Beizangriff auf das Aluminium in Teilbereichen verzögert.

Heute verwendet die Aluminium-Strangpressindustrie zumeist wässrige Lösungen zur Entfernung und Reinigung. Neben der Entfernung von organischen Substanzen wird an Reinigerformulierungen die Anforderung gestellt, dass sie auch jegliche anorganische Verunreinigung lösen und diese durch eine gleichmäßige und einheitliche Oxidschicht ersetzen.

Alkalisches Reinigen ist in der Strangpressindustrie der am meisten gebräuchliche Prozess. Dabei werden Lösungen verwendet, die auf Mischungen von Natriumhydroxid, Trinatriumphosphat oder Natriumkarbonat basieren. Natriumhydroxid verseift die Fette und Schmiermittel aber löst auch Aluminiumoxid und -hydroxid sowie Aluminium. Das bedeutet, dass der Beizprozess bereits in der Reinigungslösung beginnen kann. Dies kann wiederum zu Problemen mit unterschiedlichem Beizangriff führen, wenn die Oberfläche ungleichmäßig mit widerstandsfähigen Verschmutzungen beaufschlagt ist. Unterschiedliches Beizen kann zu inakzeptablen Schwankungen im Aussehen des Produkts führen.

Inhibierte alkalische Reiniger entfernen Fett etc. mit geringem oder gar keinem Beizangriff. Gebräuchliche Inhibitoren, die den Beizangriff auf das Aluminium vermindern, sind z. B. Phosphate, Fluoride und organische Verbindungen. Sie reagieren mit dem Aluminium und bilden eine Schutzschicht. Die Inhibierung ist in Natriumhydroxidlösungen nicht vollständig wirksam, aber in alkalischen Trinatriumphosphat- oder Natriumkarbonatlösungen kann der Beizangriff auf das Aluminium fast vollständig inhibiert werden. Von besonderer Wichtigkeit ist der Aspekt, dass diese Reiniger auch dem Magnesiumoxid an der Oberfläche Zeit geben in Lösung zu gehen.

Die Reinigerlösungen können auch Tenside enthalten, so dass die Lösung die Oberfläche schnell und gleichmäßig benetzt.

Saures Reinigen ist in Anodisieranlagen eine unübliche Verfahrensweise. Wenn es praktiziert wird, ist ein Spülen vor einer nachfolgenden alkalischen Beize erforderlich. Säuren vermögen anorganische Verunreinigungen wie voluminöse Oxide gut zu lösen, aber sind auf Grund der fehlenden Verseifungsfähigkeit ziemlich ineffektiv, was die Entfernung von Fett und Ölen angeht. Salpetersäure löst Oxide an der Oberfläche und greift Aluminium nur sehr langsam an. Salpetersäure kann aber Stickstoffdioxid bilden, was zur Entstehung von NO_x beiträgt. Verbrauchte Anodisierbäder werden auch verwendet. Walzprodukte werden in Lösungen aus Schwefel- oder Phosphorsäure elektrolytisch gereinigt.

Weitere Reinigungstechnologien basieren beispielsweise auf Corona-Entladung, hochenergetischen Plasmastrahlen und Ultraschall.

11.6.2.4 **Beizen**

Um einen hohen Grad an Konsistenz und Einheitlichkeit zu erzielen ist es wichtig, den Beizprozess ordnungsgemäß zu kontrollieren. Der Anodisierbetrieb sollte die Anweisungen

des Lieferanten der Beizchemikalien genau befolgen und, falls zutreffend, auch die der Lieferanten der Halbzeuge. Falls keine vollständigen Anweisungen vorliegen, sollte der Anodisierbetrieb die nachfolgend beschriebenen spezifischen Maßnahmen ergreifen.

Zur Erzielung eines konsistenten Produkts ist es bei Verwendung einer auf Natriumhydroxid basierenden Beize erforderlich, die Konzentrationen von freiem Natriumhydroxid, Aluminium, einem Komplexbildner und die Temperatur der Lösung mit hoher Genauigkeit zu kontrollieren. Die Zusammensetzung der Lösung kann effektiv kontrolliert werden, indem man ein Fällungsmittel zur kontinuierlichen Erneuerung der Lösung oder ein „langlebiges“ Beizverfahren einsetzt, wobei die Massen des Materials, die in die bzw. aus der Beizlösung ein- und ausgetragen werden, ausgeglichen sind.

Während Aluminium beim Beizen mit einer konstanten Geschwindigkeit Masse verliert, sinkt der Glanzgrad mit abnehmender Geschwindigkeit. Abhängig von den Beizbedingungen wird nach einer gewissen Zeit ein etwas konstanterer Glanzgrad erreicht. Anodisierbetriebe sollten diese Charakteristik für ihre speziellen Beizbedingungen identifizieren und die Verfahrenszeit entsprechend einrichten. Dadurch wird das Verfahren bei weitem besser kontrollierbar und verringert die Unbeständigkeit des Produkts, die durch schlechte Wiederholbarkeit der Dauer des Beizprozesses, überhöhte Abtropfzeit nach der Entnahme aus dem Beizbad und zu langes Spülen bei relativ hohen pH-Werten entstehen kann.

11.6.2.5 Dekapierung/Neutralisation

Zwischen dem Glänzen oder alkalischen Beizen und dem Anodisieren kann es erforderlich sein, die Oberfläche zu dekapieren. Beizbast ist eine Mischung aus Oxiden und intermetallischen Partikeln, die in der Beize unlöslich sind. Der Beizbast nach dem alkalischen Beizen erscheint im Allgemeinen grau. Kupferzugaben in der Legierung bilden einen dunkleren Beizbast, der auf 2000er Legierungen schwarz erscheinen kann.

Glänzen in kupferhaltigen Lösungen hinterlässt eine auffällige Schicht von metallischem Kupfer auf der Aluminiumoberfläche. Diese ist jedoch leicht zu entfernen.

Zweck des Dekapierens ist folgendes:

- Entfernung von intermetallischen Verbindungen an der Oberfläche, die in der Beize nicht gelöst wurden
- Neutralisierung der für die Anodisierung vorbereiteten Oberfläche
- Erzeugung einer einheitlichen, dünnen Oxidschicht zum Schutz gegen Korrosionsangriff

Zum Dekapieren können verschiedene Lösungen verwendet werden. Schwefelsäure wird bevorzugt, weil sie mit der Schwefelsäure im Anodisierbad kompatibel ist. Verbrauchte Anodisierbäder können verwendet werden, diese sind aber nur bei leichtem Beizbast wie z. B. auf AA 6063 ausreichend wirkungsvoll. Ein Additiv wie z. B. Natriumpersulfat könnte notwendig werden, um die Oberfläche zu oxidieren und Korrosionsangriff zu verhindern. Salpetersäure wurde von den meisten Anodisierbetrieben verwendet. Sie greift Aluminium nur sehr langsam an, kann aber Stickstoffdioxid bilden, was zur Entstehung von NO_x beiträgt. Salpetersäure ist gut zur Entfernung von Kupfer auf der Oberfläche nach dem Glänzen oder auf AA 2024 geeignet. Auf Flusssäure basierende Dekapierlösungen entfernen den Beizbast von hoch siliziumhaltigen Legierungen.

11.6.3 Dekoratives Anodisieren und Anodisieren im Architekturbereich

11.6.3.1 Schwefelsäureelektrolyte

Die Konzentration der freien H₂SO₄ sollte nicht mehr als 200 g/l betragen - variabel innerhalb eines Bereichs von 10 g/l des gewählten Wertes.

Der Aluminiumgehalt sollte nicht mehr als 20 g/l betragen, vorzugsweise aber innerhalb des Bereichs von 5 bis 15 g/l liegen.

Der Chloridgehalt sollte nicht über 100 mg/l liegen.

Die Säurekonzentration ist nur bei hohen Anodisierstemperaturen kritisch. Hohe Säurekonzentrationen senken die erforderliche Anodisierspannung (etwa um 0,04 V pro g/l H₂SO₄), führen jedoch auch zu größerer Ausschleppung und höherem Säureverbrauch. Niedrige Aluminiumgehalte erhöhen die Empfindlichkeit der Schicht gegenüber höheren Badtemperaturen. Je höher der Aluminiumgehalt, desto höher die erforderliche Anodisierspannung (ca. 0,2 V pro g/l Aluminium). Chlorid im Anodisiererelektrolyt kann Lochkorrosion während des Anodisierens verursachen und wirkt sich erwiesenermaßen ungünstig auf die Witterungsbeständigkeit aus.

11.6.3.2 Schwefelsäure-/Oxalsäureelektrolyte

Die Konzentration der freien H₂SO₄ sollte nicht mehr als 200 g/l betragen – variabel innerhalb eines Bereichs von 10 g/l des gewählten Wertes.

Die Konzentration der Oxalsäure sollte mindestens 7 g/l betragen, 5 g/l davon sind zu wenig, um eine Wirkung zu haben und die Erhöhung der Konzentration verbessert die Qualität der Schicht. Oxalsäurekonzentrationen von über 15 g/l bieten keinen Vorteil, erhöhen aber die Produktionskosten.

Der Aluminiumgehalt sollte nicht mehr als 20 g/l betragen, vorzugsweise aber innerhalb des Bereichs von 5 bis 15 g/l liegen.

11.6.3.3 Die Temperatur des Schwefelsäurebads

Die Temperatur sollte unabhängig von der Größe der Ladung innerhalb des Bereichs von 1,5 °C der gewählten Temperatur regelbar sein. Die maximal zulässige Temperaturdifferenz im Bad in der Umgebung der Werkstücke sollte 2 °C betragen und innerhalb des maximalen, vorgeschriebenen Bereichs liegen.

Schichtdickenklassen und tatsächliche Badtemperatur:

- AA 5 und AA 10 nicht über 21 °C
- AA 15, AA 20 und AA 25 nicht über 20 °C

Diese Temperaturen stellen die maximale Temperatur während des Verfahrens zu jeder Zeit und an jeder Stelle im Elektrolytbad dar. Die Temperatur des Anodisiererelektrolyts ist der einzige kritische Faktor, der die Qualität der anodischen Schicht beeinflusst, und überhöhte Temperaturen, die durch ungenügende Kontrolle, schlechte Umwälzung oder ungünstige Kontaktierungen der Warenträger verursacht werden, sind für die meisten Qualitätsprobleme bei der Anodisierung verantwortlich.

11.6.3.4 Temperatur des Schwefelsäure-/Oxalsäurebads

Die Temperatur sollte unabhängig von der Größe der Ladung innerhalb des Bereichs von 1,5 °C der gewählten Temperatur liegen. Die maximal zulässige Temperaturdifferenz im Bad in der Umgebung der Werkstücke sollte 2 °C betragen und innerhalb des maximalen, vorgeschriebenen Bereichs liegen.

Die Badtemperatur sollte bei allen Schichtdickenklassen nicht über 24 °C liegen.

Diese Temperatur stellt die maximale Temperatur während des Verfahrens zu jeder Zeit und an jeder Stelle im Elektrolytbad dar.

11.6.3.5 Stromdichte

Bei Anodisieranwendungen auf Schwefelsäurebasis sollten die Werte der durchschnittlichen Stromdichte wie folgt aussehen:

- 1,2 – 2,0 A/dm² bei AA 5, AA 10
- 1,4 – 2,0 A/dm² bei AA 15
- 1,5 – 2,0 A/dm² bei AA 20
- 1,5 – 3,0 A/dm² bei AA 25

Der Einsatz von geringen Stromdichten für die Erzeugung dicker Beschichtungen (AA 20 und AA 25) ist ein Risikofaktor für die Qualität. Hohe Stromdichten erfordern gute Kontakte und gute Umwälzung und verursachen wahrscheinlich keine Qualitätsprobleme. AA 25 erfordert besondere Vorsicht. Wenn ein besonders dunkles Bronze oder Schwarz erzeugt werden soll, sollte die Anodisierzeit nicht mehr als 50 Minuten betragen, es sei denn, es werden besondere Maßnahmen zur Kontrolle der Badtemperatur an der Oberfläche des Werkstücks ergriffen. Die maximale Schichtdicke sollte weniger als 35 µm betragen.

11.6.3.6 Anodisierelektroden (Kathoden)

Das Flächenverhältnis (Arbeitsflächenverhältnis) Kathode zu Anode sollte im Bereich von 1:1,5 bis 1:2,5 liegen. Es werden Aluminiumkathoden empfohlen. Wenn die Kathoden an den Wänden des Beckens angeordnet sind, sollte nur eine Seite (d.h. die Vorderseite) der Kathoden rechnerisch berücksichtigt werden, bei Anordnung der Kathoden in der Mitte des Beckens beide Seiten. Ein hohes Flächenverhältnis Kathode zu Anode kann in bleiverkleideten Becken ohne Abschirmung zu Problemen in Form von Schichtdickenschwankungen führen. Aluminiumelektroden erfordern die niedrigsten Arbeitsspannungen. Der Abstand zwischen Kathode und Anode sollte nicht weniger als 150 mm betragen.

11.6.3.7 Umsetzung der Werkstücke nach dem Anodisieren

Nach Durchführung des Anodisierzyklus sollten die Werkstücke so schnell wie möglich vom Anodisiererelektrolyt in die Spülung umgesetzt werden. Sie sollten niemals in einem Anodisierbad ohne Strom belassen werden. Das ist ein weiterer Faktor, der die Schicht angreifen und die Schichtqualität, besonders an der Oberfläche, beschädigen kann.

11.6.4 Verdichten für Anodisieranwendungen im Architekturbereich

11.6.4.1 Hydrothermales Verdichten

Phosphate, Fluoride und Silikate behindern den Verdichtungsprozess besonders stark. Kritische Grenzwerte für einige Fremdionenkonzentrationen werden im Folgenden genannt:

- | | |
|---|------------|
| • Phosphat (PO ₄ ³⁻) | 7 mg/l |
| • Fluorid | 14 mg/l |
| • Silikat (als SiO ₂) | 17 mg/l |
| • Eisen (als Fe ²⁺) | > 60 mg/l |
| • Aluminium | > 100 mg/l |
| • Zinn (als Sn ²⁺) | > 400 mg/l |
| • Sulfat | 450 mg/l |

Wenn Zusätze in Verdichtungsbädern verwendet werden (z. B. als Belagsverhinderer), muss mit besonderer Sorgfalt vorgegangen und dem Schiedsverfahren, den Massenverlustergebnissen und, wo zutreffend, dem Farbtropfentest noch größere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Die Verdichtungszeit, die erforderlich ist, um eine gute Verdichtung zu erhalten, sollte mindestens 2 Minuten pro Mikrometer Schichtdicke betragen, es sei denn, es wurde eine Vorverdichtung durchgeführt.

Bei Dampfverdichtung sollte die gesättigte Dampftemperatur die Mindesttemperatur sein.

11.6.4.2 *Kaltverdichtungsverfahren auf der Basis von Nickelsalzen und fluorierten Salzen*

In diesem Paragraf werden die Vorschriften für die Implementierung des Kaltverdichtungsverfahrens basierend auf Nickelsalzen und fluorierten Salzen dargestellt (Hinweise 1, 2 und 3). Sie schließen das in den vergangenen Jahren gewonnene Wissen über diese Prozesse mit ein und definieren die wichtigsten Parameter. Das Verfahren ist in 2 Stufen unterteilt: bei der ersten wird die anodische Beschichtung verdichtet, bei der zweiten wird sie hydratisiert.

Anodisierbedingungen

Wie bei den anderen Verdichtungsverfahren ist es ausschlaggebend, eine anodisch erzeugte Oxidschicht von guter Qualität gemäß der in diesem Paragraf vorgeschriebenen Bedingungen zu erzeugen.

Hinweis 1. Kaltverdichtungsverfahren basieren auf Chemikalien, die in die Poren der anodisch erzeugten Oxidschicht diffundieren und eine chemische Reaktion in Gang setzen. Sie hängen nicht nur von der Temperatur ab, sondern auch von den eingesetzten Chemikalien und anderen Verfahrensfaktoren. Diese Spezifikationen beziehen sich ausschließlich auf Kaltverdichtungsverfahren, die auf Nickelfluorid basieren.

Hinweis 2. Das auf dem Markt erhältliche Produkt kann eine „Mischung“ aus Nickelsalzen und Fluoriden oder fluorierten Salzen sein, wobei Nickelfluoride nur einen kleineren Anteil des Gesamtbetrags ausmachen dürfen.

Hinweis 3. Da der Verbrauch der Fluoride etwas höher als die stöchiometrische Menge des Nickels ist, enthalten manche Produkte auf dem Markt ein leichtes Übermaß an Fluoriden.

Erste Stufe des Verdichtungsverfahrens

- 1) Konzentration des Produkts: Nickelionen-Gehalt $1.5 \pm 0,3$ g/l; Konzentration von freiem Fluorid auf einem Niveau innerhalb des Bereichs von 0,3 bis 1,0 g/l
- 2) Badtemperatur: 25 bis 30 °C
- 3) pH: 5,8 – 7,0 (vorzugsweise $6,5 \pm 0,2$)
- 4) Verdichtungszeit: $1,0 \pm 0,2$ min/ μm der anodischen Beschichtung
- 5) Phosphat-Ionen in der Lösung unter 5 mg/l

Das Spülen nach der ersten Stufe des Kaltverdichtungsverfahrens ist wesentlich und der Lieferant ist dafür verantwortlich, die Bedingungen zu spezifizieren.

Hinweis 4. Ein Übermaß an Fluoriden, besonders wenn geringe pH-Werte vorliegen, verursacht eine schnelle Zersetzung der Lösung aufgrund eines chemischen Angriffs auf die Oxidfläche. Dieser Angriff ist vor allem an polierten oder aufgehellten Werkstücken offensichtlich.

Hinweis 5. Ein Übermaß an Ionen, außer Nickel und Fluorid, kann eine Reduktion der Aktivität der Lösung verursachen; in diesem Fall kann Filtrieren das Problem beseitigen.

Zusätzliche Vorgaben

Der Lieferant sollte dem Anodisierbetrieb genaue Vorgaben zum Prozentsatz der chemischen Bestandteile und, falls es sich um Pulver handelt, den Prozentsatz an unlöslichem Gehalt in den Produkten machen.

Die Qualität des Wassers für die Vorbereitung des Bads sollte vor dem Einsatz geprüft werden. Es ist ratsam, VE-Wasser für den Ansatz des Bads zu verwenden.

Die Betriebsparameter für Kaltverdichtung sind entscheidend und, wie nachfolgend angegeben, sollten sie engmaschig kontrolliert werden, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Es ist auch wichtig daran zu denken, dass die Parameter voneinander abhängig sind;

eine hohe Fluorid-Ionen-Konzentration, zum Beispiel, erfordert eine geringere Betriebstemperatur und/oder eine kürzere Verdichtungszeit und einen höheren pH-Wert.

Badkonzentration

Die wichtigsten Badbestandteile sind Nickel und Fluorid. Ein Übermaß an freien Fluorid-Ionen kann die anodische Beschichtung beschädigen.

In manchen Fällen werden 5 bis 10 % des Nickels durch Kobalt ersetzt, um den grünlichen Farbton zu minimieren.

Nach den Analysen sollte das Bad mit extremer Sorgfalt wieder aufgefüllt werden, wobei der Gebrauch vermieden werden sollte, bis sich die zugefügten Stoffe vollständig aufgelöst haben.

Manchmal enthält Nickelfluorid unlösliche Anteile. Es ist ratsam, Zusätze in einer Mischkammer außerhalb des Bads zuzugeben. Darüber hinaus wird Fluorid mit einer höheren Geschwindigkeit als Nickel verbraucht und Zusätze von Ammonium- oder Kaliumfluorid sind erforderlich, um die richtige Ausgewogenheit aufrechtzuerhalten.

Analytische Methoden zur Überprüfung der Bäder sollten durch den Lieferanten bereitgestellt werden. Im Allgemeinen wird Nickel durch eine EDTA-Methode analysiert und freie Fluoride mit einer potentiometrischen Methode mit einer ionensensitiven Elektrode.

Hinweis 6. Es sollte keine Flusssäure oder zu saure fluorierte Salze eingesetzt werden, damit der pH-Wert der Lösung nicht unausgewogen wird. Starke Schwankungen des pH-Werts wirken sich nie positiv auf die endgültige Qualität des pH-Werts aus.

Badtemperatur

Die Badtemperatur sollte mit einem feinfühligem Regler im Gleichgewicht gehalten werden.

Dieser Parameter hat einen großen Einfluss auf die Verfahrenskinetik. Eine zu hohe Temperatur, besonders wenn die Konzentration des freien Fluorids auf einem hohen Niveau ist, verursacht die Schädigung der anodisch erzeugten Oxidschicht und führt zu einer pulverförmigen Oberfläche.

pH-Wert des Bads

Der pH-Wert der Lösung sollte vorzugsweise im Bereich von $6,5 \pm 0,2$ liegen. Generell gilt: je höher der pH-Wert, desto besser. Es ist jedoch nicht möglich, über 7,0 zu gehen, ohne eine leichte Abscheidung des Nickelhydroxids zu verursachen. Der pH-Wert beeinflusst die Menge des abgeschiedenen Nickels in den Poren. Unter 5,8 wird ungenügend Nickel abgesetzt und ein Angriff des Fluorids auf die anodische Beschichtung kann ausgelöst werden.

Hinweis 7. Der pH-Wert sollte mit größter Sorgfalt gemessen werden, da Fluorid in der Lösung die pH-Elektroden angreifen oder die Glasmembrane schädigen kann. Das macht die Kontrolle in regelmäßigen Intervallen so wichtig.

Spülen

Das Spülen sollte möglichst sorgfältig durchgeführt werden, um die Verschleppung der Fluorid-Ionen in die zweite Stufe zu minimieren.

Zweite Stufe des Verdichtungsverfahrens

Zur Fertigstellung des Kaltverdichtungsverfahrens sollten die behandelten Werkstücke für eine gewisse Zeit hoher Luftfeuchtigkeit ausgesetzt werden. Dies kann durch Eintauchen der kalt verdichteten Werkstücke in ein Wasserbad mit erhöhter Temperatur beschleunigt werden. Das Bad sollte eine Temperatur von mindestens 60°C (vorzugsweise 70°C) haben.

Durch diese Behandlung lassen sich die Werkstücke leichter handhaben und prüfen und stellt somit einen wesentlichen Teil der Behandlung dar.

Es ist unabdingbar, die Werkstücke zwischen der Kaltverdichtung und der Behandlung im Wasserbad bei erhöhter Temperatur gründlich zu spülen, da Fluoridionen den Hydratationsprozess behindern können.

Mit Kaltverdichtung bearbeitete Schichten sind nicht anfälliger für Haarrissbildung als konventionell verdichtete Schichten, speziell, wenn sie warmen, trockenen Umgebungen ausgesetzt sind. Dieser Effekt wird weitgehend durch die Hydratationsbehandlung bei erhöhter Temperatur nach der Kaltverdichtung reduziert.

Hinweis 8. Obwohl es nicht wesentlich ist, kann es jedoch vorteilhaft sein, hartes Leitungswasser für das Spülen vor dem zweiten Schritt zu verwenden, da es die Ausfällung von Fluoriden bewirkt.

Qualitätskontrolle

Falls das Kaltverdichtungsverfahren in den oben beschriebenen zwei Stufen angewendet wird, können die so verdichteten Werkstücke genauso wie konventionell verdichtete Werkstücke geprüft werden.

Die am besten geeigneten Prüfungen sind der Farbtropfentest gemäß ISO 2143 und die Massenverlustprüfung gemäß ISO 3210.

11.7 Reinigung und Wartung

11.7.1 Allgemeines

Ein einfaches Wartungsprogramm basierend auf einer realistischen Einschätzung der Standortbedingungen gewährleistet die maximale Nutzungsdauer für anodisierte Bauteile bei angemessenen Kosten.

Die folgenden Dokumente liefern weiterführende Informationen:

- „Cleaning of aluminium in the building industry“, GDA (Gesamtverband der Aluminiumindustrie e.V.), Düsseldorf, 2006 = Reinigung von Aluminium im Bauwesen.
- BS 3987, „Specification for anodic oxidation coatings on wrought aluminium for external architectural applications“, BSI (British Standards Institute), London, 1991 = Spezifikation für anodisch erzeugte Oxidschichten auf Aluminiumknetlegierungen für Außenbauteile.
- „Konservierung und Versiegelung eloxierter oder organisch beschichteter Metalloberflächen im Fassadenbereich“, Merkblatt 06, GRM (Gütegemeinschaft Reinigung von Fassaden e.V.), Schwäbisch Gmünd, 2013.

Nachfolgend einige kurze Empfehlungen:

11.7.2 Anwendungen im Innenbereich

Bauteile im Innenbereich können normalerweise durch regelmäßiges Abwischen mit einem weichen Tuch gereinigt werden. Falls sie einige Zeit nicht gereinigt wurden, können eine neutrale Reinigungsflüssigkeit und ein weiches Tuch verwendet werden, gefolgt von einer Spülung in klarem kaltem Wasser. Anschließend können sie mit einem weichen, trockenen Tuch poliert werden, um sie wie neu aussehen zu lassen.

11.7.3 Anwendungen im Außenbereich

In der Praxis hängt die Frequenz, mit der Bauteile, die der Witterung ausgesetzt sind, gereinigt werden sollen, von der Art der Bauteile und der Aggressivität der Umgebung ab.

Bei Außenanwendungen im Architekturbereich, wo das dekorative Aussehen und die Schutzfunktion besonders wichtig sind, z. B. bei Vordächern, Eingangsbereichen, Laden-Fassaden, etc. wird wöchentliche Reinigung empfohlen. In diesem Fall, d.h. bei regelmäßiger Reinigung, ist es möglich, die Bauteile mit klarem Wasser und Fensterleder abzuwischen und anschließend mit einem weichen, trockenen Tuch trockenzureiben.

Fensterrahmen, Fensterbänke und Fassaden sollten regelmäßig gereinigt werden. Die Häufigkeit hängt von der Aggressivität der Umgebung und der Konstruktion der Fassaden ab. Dies wird am besten mit einer neutralen, synthetischen Reinigungsflüssigkeit und einem Tuch, einem Schwamm und einem Fensterleder oder einer weichen Bürste durchgeführt. Anschließend mit klarem Wasser abspülen und leicht trockenreiben.

Hartnäckiger Schmutz kann mit leicht abrasiven Reinigungsmitteln oder Vlies, das mit neutralem Polierpulver bedeckt ist, entfernt werden.

Falls nach dem Reinigen ein Konservierungsmittel auf die Bauteile aufgetragen wird, sollte darauf geachtet werden, dass nur ein extrem dünner wasserabweisender Film darauf verbleibt. Dieser sollte nicht vergilben, weder Staub noch Schmutz anziehen und keine irisierenden Effekte haben. Wachse, Vaseline, Lanolin und ähnliche Stoffe sind nicht geeignet.

Mehrzweckreiniger sollten die gleichen Anforderungen erfüllen.

Sodalösungen, Basen und Säuren sollten immer vermieden werden. Ebenso sollten nie abrasive Materialien, metallische Tücher, Drahtbürsten, etc. verwendet werden.

12 Anhang – Anodisieren im Architekturbereich

12.1 Einleitung

Die Paragraphen 2 bis 9 enthalten allgemeine Bestimmungen, die unabhängig von der Art der Anodisierung gelten. Folgende Bestimmungen sind besonders wichtig:

- Paragraph 6. Lizenzerteilung an Anodisierbetriebe
- Paragraph 7. Bestimmungen für die Verwendung des Qualitätszeichens
- Paragraph 8. Inspektionen
- Paragraph 9. Prüfmethode für Produkte

12.2 Umfang

Dieser Paragraph spezifiziert die Vorgaben für das Anodisieren und für Produkte in Bereichen, wo sowohl Aussehen als auch Schutz wichtig sind.

ISO 7583 definiert das Anodisieren im Architekturbereich als „Anodisieren zur Erzeugung einer Oberfläche für den Architekturbereich zur Nutzung in dauerhaften, statischen und Außen-situationen, wo das Aussehen und eine lange Lebensdauer wichtig sind.“

Die Spezifikationen dieses Paragraphen können auch auf das Anodisieren von Produkten angewendet werden, die für andere Außenanwendungen eingesetzt werden, wo Aussehen und eine lange Lebensdauer wichtig sind. Solche Anwendungen können auch Anwendungen in der Automobilindustrie einschließen.

12.3 Qualitätszeichen

Die Verwendung des Qualitätszeichens muss den Vorgaben in Paragraph 7 entsprechen.

12.4 Vereinbarungen mit Kunden

12.4.1 Vom Kunden bereitzustellende Informationen

Der Kunde muss dem Lizenznehmer folgende Informationen zur Verfügung stellen, falls notwendig in Rücksprache mit dem Aluminiumlieferanten oder dem Lizenznehmer oder beiden:

- Der geplante Einsatz des/der zu anodisierenden Artikel(s).
- Die Spezifikation des zu anodisierenden Aluminiums (Legierung und Härtegrad).
- Der Umfang der maßgeblichen Oberfläche(n) der/des zu anodisierenden Artikel(s).
- Die Vorgehensweise bei der Stichprobennahme für Losabnahmeprüfungen (siehe 9.1)
- Die geforderte Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht wenn nicht anderweitig spezifiziert (siehe 12.4.4)
- Jedwede bevorzugte Positionen und Abmessungen der Kontaktstellen (Aufnahmen)
- Die Oberflächenvorbereitung des Aluminiums vor dem Anodisieren und die maximalen Grenzwerte für Schwankungen des endgültigen Oberflächenfinishs.
- Die Farbe des anodisierten Artikels und die maximalen Grenzwerte für Farbschwankungen.
- Die anzuwendende Verdichtungsmethode.

12.4.2 Das zu anodisierende Aluminium

Empfehlungen für die Auswahl der Legierungen finden Sie in Paragraph 11.

12.4.3 Maßgebliche Oberflächen

Maßgebliche Oberflächen werden vorzugsweise durch Zeichnungen oder durch in geeigneter Weise markierte Proben angegeben. In manchen Fällen kann es verschiedene Vorgaben für das Finish auf verschiedenen Teilen der maßgeblichen Oberfläche(n) geben.

12.4.4 Schichtdickenklasse

Anodisch erzeugte Oxidschichten werden nach Schichtdickenklassen eingestuft, die durch die minimal zulässigen Werte der durchschnittlichen und örtlichen Schichtdicke bestimmt werden. Die Schichtdickenklassen werden mit den Buchstaben „AA“ gekennzeichnet. Die Definitionen typischer Schichtdickenklassen sind in Tabelle 12-1 dargestellt. Beachten Sie, dass auch andere Schichtdickenklassen wie z. B. AA 18 zulässig sind, diese sind in analoger Weise definiert. Orientierung zur Auswahl der Schichtdickenklasse finden Sie in Paragraf 11.

Wenn in dem Land, von dem bekannt ist, dass das fertig anodisierte Aluminiumprodukt dort eingesetzt werden soll, eine einschlägige nationale Norm anzuwenden ist, dann muss die Schichtdickenklasse so spezifiziert werden, wie diese Norm es fordert.

Tabelle 12-1. Typische Schichtdickenklassen

Schichtdickenklasse	Minimale durchschnittliche Schichtdicke (µm)	Minimale örtliche Schichtdicke (µm)
AA10	10	8
AA15	15	12
AA20	20	16
AA25	25	20

12.4.5 Fertigmaßtoleranzen

Nicht zutreffend.

12.4.6 Oberflächenvorbereitung

Die Oberflächenvorbereitung wird vorzugsweise anhand von Referenzmustern definiert, die von beiden Parteien abgenommen wurden.

12.4.7 Farbe

Die zulässige Farbabweichung wird vorzugsweise anhand von Referenzmustern definiert, die von beiden Parteien abgenommen wurden. Diese Muster können die vereinbarten Grenzwerte für die dunkelste und hellste Farbausprägung darstellen.

12.5 Reklamationen

Jegliche Kundenreklamationen an den Anodisierbetrieb sollten schriftlich erfolgen. Der Anodisierbetrieb muss ein Reklamationsregister führen, das auch die ergriffenen Maßnahmen enthält.

12.6 Labor und Prüfgeräte

12.6.1 Labor

Der Anodisierbetrieb muss über eine Laboreinrichtung verfügen. Diese ist getrennt vom Rest des Anodisierbetriebs in einem dafür bestimmten Raum unterzubringen, in dem geeignete Umgebungsbedingungen für die dort durchgeführten Prüfungen aufrechterhalten werden.

12.6.2 Messgeräte

12.6.2.1 Allgemeines

Jedes Gerät muss den Vorgaben der Norm für die jeweilige Prüfung entsprechen. Jedes Gerät muss funktionsfähig und ein Datenblatt mit Angabe der Gerätekennummer und den Kalibrierprüfungen muss vorhanden sein.

12.6.2.2 Geräte für die Produktprüfung

Jeder Anodisierbetrieb muss über mindestens zwei Geräte für die Schichtdickenmessung verfügen, die nach dem Wirbelstromverfahren arbeiten, oder über ein Gerät nach dem Wirbelstromverfahren und ein Lichtschnittmikroskop (9.2).

Der Anodisierbetrieb muss über folgende Ausstattung für die Durchführung der Massenverlustprüfung verfügen (9.3.1):

- Präzisionswaage (Präzision 0,1 mg)
- Trockenofen
- Exsikkator
- Heizplatte
- Hilfsmittel zur Umwälzung der Lösung
- Chemische Produkte

Falls der Anodisierbetrieb den Farbtropfentest einsetzt, müssen die für den Test erforderlichen Lösungen zur Verfügung stehen (9.3.3).

Falls der Anodisierbetrieb den Scheinleitwerttest einsetzt, muss er über mindestens ein Gerät zur Messung des Scheinleitwerts und eine Referenzeinheit für das Prüfen der Ablesegenauigkeit des Messgeräts verfügen (9.3.4).

Falls der Anodisierbetrieb die Oberflächen-Abriebprüfung einsetzt, muss er über validiertes, glasbeschichtetes Schleifpapier verfügen (9.6.1).

Der Anodisierbetrieb muss Zugang zu Geräten haben, die für die Durchführung jedweder Produktprüfungen erforderlich sind, welche in 12.7 beschrieben sind und die vom Kunden gefordert werden. Jegliche Organisationen, die für die Durchführung einer solchen Prüfung ausgewählt werden, müssen nach ISO 17025 für diese Prüfung akkreditiert sein.

12.6.2.3 Geräte für das Prüfen der Bäder

Der Anodisierbetrieb muss über ein pH-Messgerät und zwei Pufferlösungen (Kalibrierlösungen) verfügen.

12.7 Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen

Wie untenstehend jeweils ausgewiesen treffen einige Prüfungen für das Anodisieren im Architekturbereich nicht zu.

12.7.1 Erforderliche Prüfungen

Abhängig von den Produkten, die der Lizenznehmer herstellt, muss er die nachfolgend im Detail erläuterten Produktqualitätsprüfungen vornehmen:

- Schichtdickenmessung
- Massenverlustprüfung
- Entweder den Farbtropfen- oder den Scheinleitwerttest oder beides
- Bewertung von sichtbaren Mängeln, Oberflächenstruktur und, falls zutreffend, Farbe
- Oberflächenabriebfestigkeit

Darüber hinaus muss farbanodisiertes Aluminium eine geeignete Lichtbeständigkeit aufweisen; weitere Einzelheiten zur Konformität siehe unten.

Für die Entnahme von Prüfstücken gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Der Lizenznehmer sollte eine der unten aufgelisteten Verfahrensweisen übernehmen, wobei 1) die am meisten Bevorzugte und 3) die am wenigsten Bevorzugte darstellt. Umstände, die den Lizenznehmer dazu veranlassen, eine weniger bevorzugte Verfahrensweise zu wählen, sind beispielsweise: i) Eine Entnahme von Prüfstücken aus dem Produktionslos ist aufgrund der Gestalt, der Größe oder der Form des Produkts nicht möglich; ii) Mehrere Lose aus verschiedenen Legierungen werden zusammen behandelt; iii) Das Los umfasst nur ein Werkstück.

- 1) Die Prüfstücke müssen aus dem Produktionslos entnommen werden.
- 2) Die Prüfstücke müssen aus derselben Legierung wie das Produktionslos bestehen und gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden.
- 3) Die Prüfstücke können aus einer anderen Legierung als das Produktionslos bestehen, müssen aber gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden. Die Legierung muss mindestens zu 97 % aus Aluminium bestehen. Wenn der Lizenznehmer diese Verfahrensweise häufig anwendet, sollte er immer dieselbe Legierung verwenden, damit er in sich vergleichbare Ergebnisse erhält.

Die gewählte Verfahrensweise muss im Qualitätssicherungssystem dokumentiert werden. Der Lizenznehmer muss die Vorgaben der Normen befolgen, die die von ihm durchzuführenden Prüfungen spezifizieren. Die einschlägigen internationalen Normen sind in Paragraf 4 festgelegt.

12.7.2 Schichtdicke

Die durchschnittliche und die örtliche Schichtdicke müssen mit einer der in 9.2 spezifizierten Methoden gemessen werden. Diese Schichtdicken dürfen nicht geringer sein als die Mindestwerte der spezifizierten Schichtdickenklasse.

Die Schichtdickenmessung muss nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

12.7.3 Maßtoleranzen

Nicht zutreffend.

12.7.4 Verdichtungsqualität

12.7.4.1 Massenverlustprüfung

Anodisierte Produkte müssen mit der in 9.3.1 aufgeführten Methode bewertet werden. Der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht übersteigen.

Dies gilt als Schiedsprüfung für die Verdichtungsqualität.

Die Massenverlustprüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Mindestens einmal pro Tag bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte 100 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal jeden zweiten Tag bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte mehr als 50 % und weniger als 100 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal pro Woche bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte weniger als 50 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal pro Tag bei jeder Bandanodisieranlage, die in Betrieb ist.

12.7.4.2 Farbtropfentest

Anodisierte Produkte müssen mit der in 9.3.3 aufgeführten Methode bewertet werden. Die Beurteilung darf den Wert 2 nicht übersteigen. Sollte die Beurteilung 2 ergeben, muss entweder eine Massenverlustprüfung durchgeführt oder die Verdichtung wiederholt werden.

Hierbei handelt es sich um eine Prüfung zur Produktionskontrolle.

Der Farbtropfentest muss bei jedem Verdichtungsbad mindestens einmal während jeder Arbeitsschicht durchgeführt werden. Er muss immer auf dem Teil mit der höchsten Schichtdicke durchgeführt werden.

Bei Bandanodisieranlagen muss der Farbtropfentest mindestens einmal an jedem Band durchgeführt werden.

12.7.4.3 Scheinleitwerttest

Anodisierte Produkte müssen mit der in 9.3.4 aufgeführten Methode bewertet werden. Die Abnahmegrenze für den korrigierten Scheinleitwert muss bei 20 μS liegen. Sollte der Scheinleitwert 20 μS übersteigen, muss entweder eine Massenverlustprüfung durchgeführt oder die Verdichtung wiederholt werden. Der Abnahmegrenzwert für den Scheinleitwert gilt nicht für elektrolytisch gefärbte Werkstücke in Mittelbronze, Dunkelbronze und Schwarz. Hierbei handelt es sich um Oberflächen mit einem L^* -Wert, der unter etwa 60 des Farbmodells $L^*a^*b^*$ CIE 1976 liegt.

Hierbei handelt es sich um eine Prüfung zur Produktionskontrolle.

Der Scheinleitwerttest muss bei jedem Verdichtungsbad mindestens einmal während jeder Arbeitsschicht durchgeführt werden. Es ist nicht notwendig, Scheinleitwerttests an bandanodisierten Produkten durchzuführen.

12.7.5 Sichtbare Mängel

Werkstücke müssen gemäß den in 9.4.1 aufgeführten Vorgaben visuell untersucht werden. Die anodisierten Werkstücke müssen aus einer unter den Beteiligten vereinbarten Entfernung visuell untersucht werden. Sollte keine Vereinbarung vorliegen, gelten die folgenden Entfernungen:

- 3 m bei Außenanwendungen, wo sich der Betrachter dem anodisierten Artikel innerhalb von 5 m nähern kann
- 5 m bei anderen Außenanwendungen

Das dem Lizenznehmer zur Verfügung gestellte Metall muss von ausreichender Qualität sein, um nach der Verarbeitung durch die Anodisieranlage, abhängig von den Vorgaben des Kunden, keine sichtbaren Mängel an den maßgeblichen Oberflächen aufzuweisen. Falls es Zweifel oder Diskussionen darüber gibt, ob die Bearbeitung in der Anodisieranlage die Sichtbarkeit der Mängel oder des Walzens oder der Pressriefen ausreichend reduzieren würde, muss die Fähigkeit diese zu reduzieren oder zu verdecken durch die Behandlung einer Probe des Metalls in der Anodisieranlage zur Produktion des vereinbarten Finishs untersucht werden. Im Anschluss daran muss die Probe durch Sichtprüfung wie oben beschrieben untersucht werden.

12.7.6 Oberflächenstruktur und Farbe

Oberflächenstruktur und Farbe von anodisierten Bauteilen und Referenzmustern müssen visuell gemäß 9.4.2 bewertet werden. Sie müssen aus einer zwischen den Beteiligten vereinbarten Entfernung betrachtet werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, gelten die folgenden Entfernungen:

- Die in 12.7.5 für den Vergleich von anodisierten Bauteilen beschriebenen Entfernungen

- 1 m für den Vergleich von anodisierten Bauteilen mit zwischen den Beteiligten vereinbarten Referenzmustern

Instrumentelle Messmethoden können verwendet werden, wenn sie zwischen Kunde und Anodisierbetrieb vereinbart sind.

Die Oberflächenstruktur und die Farbe der anodisierten Bauteile müssen innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, die zwischen dem Lizenznehmer und dem Kunden vereinbart wurden.

Die vereinbarten Referenzmuster müssen an einem trockenen Ort dunkel gelagert werden.

12.7.7 Lichtreflexionseigenschaften

Nicht zutreffend.

12.7.8 Korrosionsbeständigkeit

Nicht zutreffend, wenn die Schichtdicke richtig spezifiziert ist.

12.7.9 Verschleißbeständigkeit

Nicht zutreffend.

12.7.10 Oberflächenabriebfestigkeit

Anodisch erzeugte Oxidschichten der Klasse AA20 oder einer Schichtdickenklasse müssen bezüglich der Abriebfestigkeit der Oberfläche mit der Methode 9.6.1 oder 9.6.2 bewertet werden. Nach Prüfung gem. der Methode 9.6.1 dürfen die Proben keine dichte Ablagerung kalkigen weißen Pulvers aufweisen. Nach dem Anwenden der in 9.6.2 aufgeführten Methode muss sich ein Verschleißindex von unter 1,4 ergeben.

Bei Zweifel oder im Streitfall muss die Methode 9.6.2 als Schiedsprüfung durchgeführt werden. Beachten Sie, dass dies eine vergleichende Prüfung ist, die die Verwendung von Normproben erfordert.

Bei der Methode 9.6.1 handelt es sich um eine Prüfung zur Produktionskontrolle.

Eine Prüfung der Oberflächenabriebfestigkeit muss mindestens einmal pro Schicht an den Fertigerzeugnissen jedes Anodisierbads durchgeführt werden.

Es ist nicht erforderlich, Abriebprüfungen an bandanodisierten Produkten vorzunehmen. Falls dies jedoch vom Kunden gefordert wird, muss die Abriebprüfung mindestens einmal an jedem anodisierten Band durchgeführt werden.

12.7.11 Mikrohärte

Nicht zutreffend.

12.7.12 Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Walzprodukte mit der in 9.8. aufgeführten Methode auf Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung bewertet werden. Die Prüffrequenz und die Abnahmekriterien müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

Die Bewertung der Beständigkeit gegen Verformung kann für Walzerzeugnisse, die nach dem Anodisieren verformt werden, maßgeblich sein.

12.7.13 Lichtbeständigkeit

Farbanodisiertes Aluminium muss mit einer Methode gefärbt werden, die nachweislich ein Produkt mit einer Lichtbeständigkeit von mindestens 8 erzeugen kann, wie durch das in 9.9.1 aufgeführte Prüfverfahren definiert.

Hinweis: Es ist nachgewiesen, dass elektrolytisch gefärbtes, anodisiertes Aluminium den Spezifikationen für Lichtbeständigkeit entspricht.

12.7.14 Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse

Nicht zutreffend.

12.7.15 Kontinuität der Beschichtung

Falls vom Kunden gefordert müssen bandanodisierte Produkte mit der in 9.11. aufgeführten Methode auf Kontinuität der Beschichtung geprüft werden. Nach der Prüfung darf eine Sichtprüfung keine schwarzen und/oder dunkelroten Flecken auf der Oberfläche der Proben ergeben.

Die Prüfung der Kontinuität der Beschichtung muss einmal täglich an jeder Bandanodisationsanlage, die in Betrieb ist, durchgeführt werden.

12.7.16 Elektrische Durchschlagsspannung

Nicht zutreffend.

12.7.17 Oberflächendichte

Nicht zutreffend.

12.7.18 Rauigkeit

Nicht zutreffend.

12.7.19 Betriebssimulationsprüfungen

Da die Betriebslebensdauer von Produkten für Anwendungen im Architekturbereich sehr lange ist, werden Außenbewitterungsprüfungen nicht routinemäßig durchgeführt.

12.8 Prozessanforderungen

12.8.1 Vorbehandlung

Der Lizenznehmer kann jedwede Prozesse verwenden, die er für geeignet hält, um das vom Kunden geforderten Oberflächenfinish zu erreichen. Diese können mechanische Prozesse wie z. B. Strahlen, Schleifen, Bürsten, Schwabbeln und Polieren ebenso wie chemische Prozesse wie z. B. Entfetten, Beizen, Dekapieren und Neutralisieren beinhalten.

12.8.2 Anodisieren

Das Anodisieren muss mit Lösungen auf Schwefelsäurebasis durchgeführt werden. Außer Oxalsäure dürfen keine Zusätze in den Anodisier-Lösungen verwendet werden, es sei denn, diese wurden von QUALANOD zugelassen.

12.8.3 Färben

Farbstoffe müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten, oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

Elektrolytische Färbeverfahren müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten, oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden. Bei Außenanwendungen darf das Qualitätszeichen nicht für schwarze Oberflächenausführungen verwendet werden, die durch elektrolytisches Färben mit Lösungen auf Kupfersalzbasis erzeugt wurden.

12.8.4 Verdichtungsverfahren

Es darf kein Verdichtungsverfahren eingesetzt werden, das nicht auf dem Prinzip der hydrothermalen Verdichtung oder der zweistufigen Verdichtung mit einer nickelfluoridhaltigen Lösung beruht, es sei denn, es wurde von QUALANOD zugelassen.

12.8.5 Heißwasserverdichtung

Die Temperatur beim Heißwasserverdichten darf 10 Minuten nach dem Eintauchen der Ladung nicht weniger als 96 °C betragen.

Alle Zusätze, z. B. belagsverhindernde Zusätze, müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten oder, falls solche Anweisungen nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

12.8.6 Kaltverdichtung

12.8.6.1 Allgemeines

Die Bestimmungen dieses Paragraphen müssen für das zweistufige Kaltverdichten basierend auf nickelfluoridhaltigen Lösungen übernommen werden.

12.8.6.2 Kaltverdichtung – erste Stufe

Der Nickelionen-Gehalt der Lösung muss konstant im Bereich von $1,5 \pm 0,3$ g/l liegen. 5 bis 10 % des Nickels können durch Kobalt ersetzt werden.

Der Gehalt an freien Fluorid-Ionen muss konstant auf dem vom Lieferanten des Kaltverdichtungs-Produkts spezifizierten Niveau liegen.

Die Temperatur der Lösung muss konstant zwischen 25 °C und 30 °C betragen.

Der pH-Wert der Lösung muss konstant zwischen 5,8 und 7,0 liegen.

Die Eintauchdauer muss $1,0 \pm 0,2$ min/ μ m der Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht betragen.

12.8.6.3 Kaltverdichtung – zweite Stufe

Die Lösung muss entweder Leitungswasser mit einem Nickelsulfat- oder Nicklacetat-Gehalt von $4,0 \pm 1,0$ g/l oder VE-Wasser mit einem belagsverhindernden Zusatz enthalten.

Die Temperatur der Lösung muss kontinuierlich bei mindestens 60 °C (vorzugsweise 70°C) liegen.

Die Eintauchdauer muss $1,0 \pm 0,2$ min/ μ m der Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht betragen.

12.8.7 Andere Verdichtungssysteme

Andere von QUALANOD zugelassene Verdichtungssysteme einschließlich der Verdichtung bei mittleren Temperaturen müssen gemäß den schriftlichen Anweisungen des jeweiligen Lieferanten oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

12.9 Methoden der Prozesskontrolle

12.9.1 Beizen

Beizbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten der Beizchemikalien analysiert werden. Sollten für Beizbäder auf Natriumhydroxidbasis keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von freiem Natriumhydroxid, Aluminium und, falls zutreffend, des Komplexbildners durchgeführt werden. Sollten für saure Beizbäder keine solchen Anweisungen (des Lieferanten) vorliegen, müssen die Analysen gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers erfolgen. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Beizbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Beginn des Beizzyklus überprüft werden.

12.9.2 Glänzen

Glänzbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten der Glanzchemikalien analysiert werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Glänzbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zu Beginn des Glänzyklus überprüft werden.

12.9.3 Anodisieren

Anodisierbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten jedwedes Anodisierzusatzes analysiert werden. Sollten keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von freier Schwefelsäure und gelöstem Aluminium durchgeführt werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Anodisierbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Ende des Anodisierzyklus überprüft werden.

12.9.4 Verdichten

Verdichtungsbäder einschließlich aller Bäder bei mehrstufigen Verdichtungsverfahren müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten der Verdichtungschemikalien oder, falls solche Anweisungen nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers analysiert werden.

Bei Kaltverdichtung muss die Nickelkonzentration im Bad mindestens mit folgender Häufigkeit analysiert werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Die Konzentration von freiem Fluorid muss gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten der Verdichtungschemikalien analysiert werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Der pH-Wert aller Verdichtungsbäder einschließlich der Bäder bei mehrstufigen Verdichtungsverfahren muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Verdichtungsbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss 10 Minuten nach dem Eintauchen einer Ladung überprüft und dokumentiert werden.

12.9.5 Lagerung der Produkte

Aluminiumprodukte müssen vor und nach dem Anodisieren getrennt von den Anodisierrichtungen gelagert werden. Nach dem Anodisieren müssen sie vor Kondensation und Schmutz geschützt werden. Jedes anodisierte Werkstück im Lager muss mit der Schichtdicke gekennzeichnet sein.

12.10 Dokumentation der Produktionskontrolle

12.10.1 Kontrollsystem

Der Anodisierbetrieb muss ein sicheres System für die Produktionskontrolle implementiert haben und die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- Kundename und -adresse, Auftrags- oder Seriennummer
- Produktionsdatum
- Art der Anodisierung (farblos oder farbig)
- Spezifizierte Schichtdickenklasse und tatsächlich gemessene Schichtdicke (minimale und maximale Durchschnittswerte und örtliche Schichtdicken)
- Ergebnisse der Massenverlustprüfung
- Wo zutreffend, die Ergebnisse des Farbtropfen- oder des Scheinleitwerttests
- Wo zutreffend, die Ergebnisse der Prüfung der Oberflächenabriebfestigkeit
- Wo zutreffend. Nachweis, dass die Färbetechnik 12.7.13 entspricht
- Ergriffene Maßnahmen zur Korrektur von Werten, die den Vorgaben nicht entsprechen.

Die Aufzeichnungen müssen folgende Angaben enthalten:

- Die Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Beizbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Die Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Anodisierbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Der Produktname und die Anwendung jeglicher eigener Chemikalien oder Verfahren, z. B. bei der Verdichtung
- Die Ergebnisse der Analysen sowie der Temperatur- und pH-Überwachung der Verdichtungsbäder.

Alle Daten müssen für den Inspektor leicht und schnell zugänglich sein.

12.10.2 Rückverfolgbarkeit

Der Lizenznehmer muss Verfahren spezifizieren und implementieren, um die Produktion eindeutig mit den zugehörigen Zeichnungen, Spezifikationen oder anderen Dokumenten während aller Produktionsphasen, Lieferung und Montage zu verknüpfen. Einzelne Produkte, Lose oder Chargen müssen unverkennbar identifizierbar sein. Diese Identifikation muss in den Aufzeichnungen des Kontrollsystems enthalten sein.

12.11 Inspektionen

12.11.1 Allgemeines

Der Inspektor führt die Inspektionen wie in Paragraf 8 mit Bezug auf die in 12.11 aufgeführten Vorgaben beschrieben durch. Um unproduktive Inspektionstermine zu vermeiden wird empfohlen, dass der Betrieb die zuständige Stelle informiert, falls er befürchtet, dass während bestimmter Zeiträume nicht ausreichend Material für die Prüfungen vorhanden sein könnte.

12.11.2 Hauptabweichungen

Nachfolgend sind die Hauptabweichungen für das Anodisieren im Architekturbereich aufgelistet:

- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Schichtdickenmessung. Siehe 12.11.4
- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Massenverlustprüfung. Siehe 12.11.4
- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Prüfung der Oberflächenabriebfestigkeit (für Fertigungslose, die die Schichtdickenklasse AA 20 oder größer enthalten) Siehe 12.11.4
- Die Verwendung irgendeines Prozesses oder Produkts beim Anodisieren oder den darauffolgenden Prozessschritten in einer Anodisieranlage, der bzw. das für die Verwendung in Anodisieranlagen für den Architekturbereich nicht allgemein bewährt ist oder keine aktuelle Zulassung durch QUALANOD besitzt, siehe Paragraf 10
- Kein funktionsfähiges Schichtdickenmessgerät, siehe 12.6
- Kein funktionsfähiges Gerät und kein Vorhandensein der erforderlichen Lösungen für die Massenverlustprüfung, siehe 12.6
- Kein funktionsfähiges Gerät und kein Vorhandensein der erforderlichen Lösung für den Scheinleitwerttest oder kein Vorhandensein der erforderlichen Lösungen für den Farbtropfentest, siehe 12.6
- Kein Vorhandensein von validiertem glasbeschichtetem Schleifpapier für die Prüfung der Oberflächenabriebfestigkeit (wenn Schichtdickenklasse A 20 und/oder eine höhere Schichtdickenklasse produziert wird), siehe 12.6
- Unvollständige Produktionsaufzeichnungen, siehe 12.10.

12.11.3 Kennzeichnung der Werkstücke, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben

Der Lizenznehmer muss dem Inspektor von QUALANOD mitteilen, welche Waren die interne Qualitätskontrolle bestanden haben. Waren, die im Lager verpackt oder zum Versand bereitstehen, müssen als Waren, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben, betrachtet werden.

Der Lizenznehmer muss die Werkstücke, die nicht von seiner Lizenz für das Anodisieren im Architekturbereich abgedeckt sind, deutlich kennzeichnen. Der Inspektor kann die Art der Anodisierung überprüfen, indem er zum Beispiel die schriftliche Vereinbarung zwischen dem Anodisierbetrieb und dem Kunden prüft.

12.11.4 Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion

Eine Inspektion kann die folgenden Produktprüfungen beinhalten:

- Schichtdicke
- Massenverlust
- Farbtropfen- oder Scheinleitwerttest (Scheinleitwerttests werden innerhalb von 48 Stunden nach der Verdichtung durchgeführt)
- Oberflächenabriebfestigkeit

Durchschnittliche und örtliche Schichtdicken werden auf Fertigprodukten mit der Wirbelstrommethode gemessen, wie sie in ISO 2360 spezifiziert ist (siehe 9.2). Diese dürfen die Mindestwerte der vorgeschriebenen Schichtdickenklasse nicht unterschreiten.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Massenverlustprüfmethode aus 9.3.1 bewertet. Der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht übersteigen.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Farbtropfentestmethode aus 9.3.3 bewertet.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Scheinleitwerttestmethode aus 9.3.4 bewertet.

Die Oberflächenabriebfestigkeit anodisch erzeugte Oxidschichten der Schichtdickenklasse AA 20 oder größer wird unter Anwendung der Methode aus 9.6.1 oder 9.6.2 bewertet. Nach Anwendung der Methode aus 9.6.1 dürfen sie keine dichten, kreideartigen weißen Pulverablagerungen aufweisen. Nach Anwendung der Methode aus 9.6.2 müssen sie einen Verschleißindex von weniger als 1,4 aufweisen. Wenn das nach der Methode aus 9.6.1 ermittelte Ergebnis bestritten wird, dann wird die Methode aus 9.6.2 als Schiedsverfahren angewandt.

12.11.5 Verfahren

Der Inspektor überprüft, ob die Verfahren gemäß den Vorgaben in 12.8 durchgeführt werden. Er überprüft durch Beobachtung, ob die Badanalysen korrekt durchgeführt werden.

13 Anhang – Anodisieren im Industriebereich

13.1 Einleitung

Die Paragraphen 2 bis 9 enthalten allgemeine Bestimmungen, die unabhängig von der Art der Anodisierung gelten. Die folgenden Bestimmungen sind besonders wichtig:

- Paragraph 6. Lizenzerteilung an Anodisierbetriebe
- Paragraph 7. Bestimmungen für die Verwendung des Qualitätszeichens
- Paragraph 8. Prüfungen (Inspektionen)
- Paragraph 9. Prüfmethode für Produkte

13.2 Umfang

Dieser Paragraph spezifiziert die Vorgaben für das Anodisieren im Industriebereich und für mit diesem Verfahren hergestellte Produkte, bei denen das Aussehen von zweitrangiger Bedeutung ist.

Durch Anodisieren im Industriebereich werden anodisch erzeugte Oxidschichten erzeugt, die hauptsächlich verwendet werden, um folgende Ziele zu erreichen:

- Verschleißbeständigkeit gegen Abrieb oder Erosion
- Elektrische Isolierung
- Thermische Isolierung
- Aufbau (zur Reparatur von Werkstücken, die aufgrund mechanischer Bearbeitung oder Verschleiß außerhalb der Toleranz sind)
- Korrosionsbeständigkeit (wenn verdichtet).

Im Industriebereich anodisierte Produkte umfassen unter anderem Ventile, Gleitstücke, Scharniermechanismen, Nocken, Zahnräder, Drehgelenke, Kolben, Umlenkrollen, Ventilblöcke, Gelenkköpfe und Lebensmittelschütten.

Es gibt viele Produkte für Anwendungen im Automobil-, Medizin- oder Küchenbereich, bei denen das Aussehen nicht unbedeutend ist, jedoch ist die Beständigkeit gegen Verschleißprozesse und/oder Reinigung durch aggressive, chemische Mittel bei weitem wichtiger. In solchen Fällen sind die Anforderungen an die Eigenschaften des anodisierten Aluminiums besonders hoch.

Wo jedoch Aussehen und Schutz von vergleichbarer Bedeutung sind, gelten die Bestimmungen des Paragraphen 12, Anodisieren im Architekturbereich.

Des Weiteren gelten bei Anwendungen, die eine hochqualitative Abriebfestigkeit als wichtigste Eigenschaft erforderlich machen, die Bestimmungen des Paragraph 15, Harteloxieren.

13.3 Qualitätszeichen

Die Verwendung des Qualitätszeichens muss den Vorgaben in Paragraph 7 entsprechen.

13.4 Vereinbarungen mit Kunden

13.4.1 Vom Kunden bereitzustellende Informationen

Der Kunde muss dem Lizenznehmer soweit zutreffend folgende Informationen zur Verfügung stellen, falls notwendig in Rücksprache mit dem Aluminiumlieferanten oder dem Lizenznehmer oder beiden:

- Der geplante Einsatz des/der zu anodisierenden Artikel(s)
- Die Spezifikation des zu anodisierenden Aluminiums (Legierung und Härtegrad)
- Der Umfang der maßgeblichen Oberfläche(n) der/des zu anodisierenden Artikel(s)
- Die Vorgehensweise bei der Stichprobennahme für Losabnahmeprüfungen (siehe 9.1)

- Die geforderte Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht
- Die Roh- und Fertigmaßtoleranzen. Der Kunde kann vorschreiben, dass diese nicht erforderlich sind oder dass diese Vorrang vor der geforderten Schichtdicke haben.
- Die bevorzugten Positionen und Abmessungen der Kontaktstellen (Aufnahmen)
- Jedwede besondere Vorgaben an die Oberflächenvorbereitung, z. B. Kugelstrahlen, Beizen, Schleifen
- Die Farbe des anodisierten Artikels, soweit eine bestimmte Farbe überhaupt erforderlich ist
- Das anzuwendende Verdichtungsverfahren. Der Kunde kann vorschreiben, dass gar nicht verdichtet wird, oder dass die Verdichtung nur die Gleitfähigkeit herstellen soll.
- Jedwede besondere Vorgaben an die Nachbehandlung, z. B. Imprägnieren, Schleifen
- Jedwede besondere geforderte Eigenschaften, wie zum Beispiel Verschleißbeständigkeit, Korrosionsbeständigkeit, Mikrohärtigkeit.

13.4.2 Das zu anodisierende Aluminium

Empfehlungen für die Auswahl der Legierungen finden Sie in Paragraf 11.

Die Eigenschaften der anodisch erzeugten Oxidschichten werden maßgeblich sowohl von der Legierung als auch von der Produktionsmethode beeinflusst. Daher werden die Materialien in fünf Legierungsgruppen eingeteilt, wie nachfolgend aufgeführt:

- Klasse 1: alle Knetlegierungen außer denen der Reihe 2000 und Klasse 2b
- Klasse 2a: Legierungen der Reihe 2000, die weniger als 5 % Kupfer enthalten
- Klasse 2b: Legierungen der Reihe 5000, die 2 % oder mehr Magnesium enthalten und Legierungen der Reihe 7000
- Klasse 3a: Gusslegierungen mit weniger als 2 % Kupfer und/oder 8 % Silizium
- Klasse 3b: andere Gusslegierungen.

13.4.3 Maßgebliche Oberflächen

Maßgebliche Oberflächen werden vorzugsweise durch Zeichnungen oder durch in geeigneter Weise markierte Proben angegeben. In einigen Fällen kann es unterschiedliche Vorgaben für das Finish auf verschiedenen Teilen der maßgeblichen Oberfläche(n) geben. Abdecken kann notwendig sein, um verschiedenen Vorgaben erfüllen zu können.

13.4.4 Einstufung der Schichtdicke

Anodisch erzeugte Oxidschichten können nach Schichtdickenklassen oder nach Nennschichtdicke eingestuft werden. Die Schichtdickenklasse wird durch die minimal zulässigen Werte der durchschnittlichen Schichtdicke und der örtlichen Schichtdicke bestimmt. Die Schichtdickenklassen werden mit den Buchstaben „AA“ gekennzeichnet. Die Definitionen typischer Schichtdickenklassen sind in Tabelle 13-1 dargestellt. Beachten Sie, dass auch andere Schichtdickenklassen wie z. B. AA 7 oder AA 18 zulässig sind, diese sind in analoger Weise definiert. Orientierung zur Auswahl der Nennschichtdicke finden Sie in Paragraf 11.

Tabelle 13-1. Typische Schichtdickenklassen

Schichtdickenklasse	Minimale durchschnittliche Schichtdicke (µm)	Minimale örtliche Schichtdicke (µm)
AA10	10	8
AA15	15	12
AA20	20	16
AA25	25	20

13.4.5 Oberflächenvorbereitung

ISO 7599 enthält ein Bezeichnungssystem für die Oberflächenvorbereitung.

13.4.6 Fertigmaßtoleranzen

Anodisieren führt zu einer Erhöhung der Abmessungen eines Artikels, die ungefähr 50 % der Schichtdicke jeder anodisierten Oberfläche entspricht.

13.5 Reklamationen

Jegliche Kundenreklamationen an den Anodisierbetrieb sollten schriftlich erfolgen. Der Anodisierbetrieb muss ein Reklamationsregister führen, das auch die ergriffenen Maßnahmen enthält.

13.6 Labor und Prüfgeräte

13.6.1 Labor

Der Anodisierbetrieb muss über eine Laboreinrichtung verfügen. Diese ist getrennt vom Rest des Anodisierbetriebs in einem dafür bestimmten Raum unterzubringen, in dem geeignete Umgebungsbedingungen für die dort durchgeführten Prüfungen aufrechterhalten werden.

13.6.2 Messgeräte

13.6.2.1 Allgemeines

Jedes Gerät muss den Vorgaben der Norm für die jeweilige Prüfung entsprechen. Jedes Gerät muss funktionsfähig und ein Datenblatt mit Angabe der Gerätekennnummer und den Kalibrierprüfungen muss vorhanden sein.

13.6.2.2 Geräte für die Produktprüfung

Jeder Anodisierbetrieb muss mindestens über zwei Geräte für die Schichtdickenmessung verfügen, die nach dem Wirbelstromverfahren arbeiten, oder über ein Gerät nach dem Wirbelstromverfahren und ein Lichtschnittmikroskop (9.2).

Der Anodisierbetrieb muss über folgende Ausstattung für die Durchführung der Massenverlustprüfung verfügen (9.3.) außer, wenn diese von den Kunden nicht gefordert wird:

- Präzisionswaage (Präzision 0,1 mg)
- Trockenofen
- Exsikkator
- Heizplatte
- Hilfsmittel zur Umwälzung der Lösung
- Chemische Produkte

Der Anodisierbetrieb muss über die für den Farbtropfentest erforderlichen Lösungen verfügen (9.3.3) außer, wenn dieser von den Kunden nicht gefordert wird.

Der Anodisierbetrieb muss über mindestens ein Gerät zur Messung des Scheinleitwerts und eine Referenzeinheit für das Prüfen der Ablesegenauigkeit des Messgeräts verfügen (9.3.4) außer, wenn die Scheinleitwertmessung von den Kunden nicht gefordert wird.

Der Anodisierbetrieb muss Zugang zu Geräten haben, die für die Durchführung jedweder Produktprüfungen erforderlich sind, welche in 13.7 beschrieben sind und die vom Kunden gefordert werden. Jegliche Organisationen, die für die Durchführung einer solchen Prüfung ausgewählt werden, müssen nach ISO 17025 für diese Prüfung akkreditiert sein.

13.6.2.3 Geräte zum Prüfen der Bäder

Der Anodisierbetrieb muss über ein pH-Messgerät und zwei Pufferlösungen (Kalibrierlösungen) verfügen.

13.7 Vom Lizenznehmer auszuführende Produktprüfungen

Wie untenstehend jeweils ausgewiesen treffen einige Prüfungen für das Anodisieren im Industriebereich nicht zu.

13.7.1 Erforderliche Prüfungen

Abhängig von den Produkten, die der Lizenznehmer herstellt, muss er die nachfolgend im Detail erläuterten Produktqualitätsprüfungen vornehmen:

- Schichtdickenmessung
- Massenverlustprüfung (außer, wenn diese von den Kunden nicht gefordert wird)
- Entweder den Farbtropfen- oder den Scheinleitwerttest oder beides (außer, wenn diese von den Kunden nicht gefordert werden)
- Prüfung auf sichtbare Mängel
- Prüfung von Fertigmaßtoleranzen (wenn dies vom Kunden gefordert wird)

Zusätzlich muss der Lizenznehmer alle unten beschriebenen Prüfungen durchführen, die vom Kunden gefordert werden.

Für die Entnahme von Prüfstücken gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Der Lizenznehmer sollte eine der unten aufgelisteten Verfahrensweisen übernehmen, wobei 1) die am meisten Bevorzugte und 3) die am wenigsten Bevorzugte darstellt. Umstände, die den Lizenznehmer dazu veranlassen, eine weniger bevorzugte Verfahrensweise zu wählen, sind beispielsweise: i) Eine Entnahme von Prüfstücken aus dem Produktionslos ist aufgrund der Gestalt, der Größe oder der Form des Produkts nicht möglich; ii) Mehrere Lose aus verschiedenen Legierungen werden zusammen behandelt; iii) Das Los umfasst nur ein Werkstück.

- 1) Die Prüfstücke müssen aus dem Produktionslos entnommen werden.
- 2) Die Prüfstücke müssen aus derselben Legierung wie das Produktionslos bestehen und gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden.
- 3) Die Prüfstücke können aus einer anderen Legierung als das Produktionslos bestehen, müssen aber gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden. Die Legierung muss mindestens zu 97 % aus Aluminium bestehen. Wenn der Lizenznehmer diese Verfahrensweise häufig anwendet, sollte er immer dieselbe Legierung verwenden, damit er in sich vergleichbare Ergebnisse erhält.

Die gewählte Verfahrensweise muss im Qualitätssicherungssystem dokumentiert werden. Der Lizenznehmer muss die Vorgaben der Normen befolgen, die die von ihm durchzuführenden Prüfungen spezifizieren. Die einschlägigen internationalen Normen sind in Paragraf 4 festgelegt.

13.7.2 Schichtdicke

Schichtdickenmessungen müssen gemäß der in 9.2 aufgeführten Methode durchgeführt werden.

Wenn eine Schichtdickenklasse spezifiziert ist, dürfen die durchschnittliche und örtliche Schichtdicke nicht unter den Mindestwerten für die spezifizierte Schichtdickenklasse liegen.

Wenn eine Nennschichtdicke von bis zu 50 µm spezifiziert ist, darf die durchschnittliche Schichtdicke nicht außerhalb von $\pm 20\%$ der Nennschichtdicke liegen. Wenn eine Nennschichtdicke von mehr als 50 µm spezifiziert ist, darf die durchschnittliche Schichtdicke nicht außerhalb von $\pm 10\ \mu\text{m}$ der Nennschichtdicke liegen.

Die Schichtdickenmessung muss nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

13.7.3 Maßtoleranzen

Wo relevant, muss die Messung von Fertigmaßen nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

13.7.4 Verdichtungsqualität

13.7.4.1 Massenverlustprüfung

Außer in dem Fall, dass dies vom Kunden nicht gefordert wird, müssen anodisierte Produkte gemäß der in 9.3.1 aufgeführten Methode bewertet werden und der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht übersteigen.

Die Massenverlustprüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Mindestens einmal pro Tag bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte 100 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal jeden zweiten Tag bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte mehr als 50 % und weniger als 100 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal pro Woche bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte weniger als 50 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal pro Tag bei jeder Bandanodisieranlage, die in Betrieb ist.

13.7.4.2 Farbtropfentest

Außer in dem Fall, dass dies vom Kunden nicht gefordert wird, müssen anodisierte Produkte gemäß der in 9.3.3 aufgeführten Methode bewertet werden. Die Bewertung darf den Wert 2 nicht überschreiten.

Der Farbtropfentest muss bei jedem Verdichtungsbad mindestens einmal während jeder Arbeitsschicht durchgeführt werden. Er muss immer auf dem Teil mit der höchsten Schichtdicke durchgeführt werden.

Bei Bandanodisieranlagen muss der Farbtropfentest mindestens einmal an jedem Band durchgeführt werden.

13.7.4.3 Scheinleitwerttest

Außer in dem Fall, dass dies vom Kunden nicht gefordert wird, müssen anodisierte Produkte mit der in 9.3.4 aufgeführten Methode bewertet werden. Die Abnahmegrenze für den korrigierten Scheinleitwert muss bei 20 µS liegen. Sollte der Scheinleitwert 20 µS übersteigen, muss entweder eine Massenverlustprüfung durchgeführt oder die Verdichtung wiederholt werden. Der Abnahmegrenzwert für den Scheinleitwert gilt nicht für elektrolytisch gefärbte Werkstücke in Mittelbronze, Dunkelbronze und Schwarz. Hierbei handelt es sich um Oberflächen mit einem L*-Wert, der unter etwa 60 des Farbmodells L*a*b* CIE 1976 liegt.

Hierbei handelt es sich um eine Prüfung zur Produktionskontrolle.

Der Scheinleitwerttest muss bei jedem Verdichtungsbad mindestens einmal während jeder Arbeitsschicht durchgeführt werden. Es ist nicht notwendig, Scheinleitwerttests an bandanodisierten Produkten durchzuführen.

13.7.5 Sichtbare Mängel

Die Werkstücke müssen gemäß 9.4.1 visuell untersucht werden. Die maßgebliche Oberfläche muss vollständig anodisiert sein. Das visuelle Aussehen muss im Wesentlichen einheitlich sein ohne Abplatzung, Blasenbildung oder pulverförmige (verbrannte) Bereiche aufzuweisen. Haarrissbildung oder Mikrorisse sind normalerweise kein Grund für eine Ablehnung.

13.7.6 Oberflächenstruktur und Farbe

Falls vom Kunden gefordert, müssen Oberflächenstruktur und Farbe von anodisierten Bauteilen innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, die zwischen dem Lizenznehmer und dem Kunden vereinbart wurden.

13.7.7 Lichtreflexionseigenschaften

Nicht zutreffend.

13.7.8 Korrosionsbeständigkeit

Falls vom Kunden gefordert, muss die Korrosionsbeständigkeit gemäß einer der in 9.5 aufgeführten Methoden bewertet werden.

Nach der NSS-Prüfung darf eine Versuchsprobe mit der Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht von 50 µm mit Ausnahme innerhalb eines Bereichs von 1,5 mm an den Kontaktstellen oder Ecken keine Korrosionslöcher aufweisen.

Die AASS-Prüfung muss unter Verwendung von Referenzproben durchgeführt werden, damit die Korrosionsbeständigkeit der Versuchsproben vergleichend bewertet werden kann. Dies kann mehrmalige Zwischenuntersuchungen der Proben während der Prüfdauer mit sich bringen. Die Einstufung der korrodierten Proben muss gemäß einem der in ISO 8993 und ISO 8994 aufgeführten Systeme erfolgen. Die Abnahmekriterien für die AASS-Prüfung müssen zwischen Lizenznehmer und Kunden vereinbart werden.

Diese Prüfungen gelten ausschließlich für verdichtete Oxidschichten.

13.7.9 Verschleißbeständigkeit

Falls vom Kunden gefordert, muss die Verschleißbeständigkeit der anodisch erzeugten Oxidschichten entweder durch die in 9.6.2 aufgeführte Schleifscheibenmethode oder die in 9.6.3 aufgeführte Schleifmittelstrahlmethode bestimmt werden. Die Auswahl der Methode und des Verfahrens muss der ISO 10074 entsprechen.

Die Zeit zwischen dem Anodisieren und der Prüfung muss mindestens 24 Stunden betragen. Während dieser Zeit müssen die Prüfstücke in der Prüfumgebung gelagert werden.

Die Prüffrequenz muss zwischen Lizenznehmer und Kunden vereinbart werden.

Die Verschleißbeständigkeit muss den Werten in Tabelle 13-2 entsprechen.

Tabelle 13-2. Abnahmewerte für Verschleißprüfungen

Materialklasse	Anzahl an Doppelstrichen (Schleifscheibenmethode)	Minimale, relative, mittlere, spezifische Abriebfestigkeit (Schleifscheiben- und Schleifmittelstrahlmethoden)	Maximaler Massenverlust (Taber-Methode)
Klasse 1	800 bis 100	80 %	15 mg
Klasse 2 (a)	400 bis 100	30 %	35 mg
Klasse 2 (b)	800 bis 100	55 %	25 mg
Klasse 3 (a)	400 bis 100	55 %	
Klasse 3 (b)	400 bis 100	20 %	

13.7.10 Oberflächenabriebfestigkeit

Nicht zutreffend.

13.7.11 Mikrohärte

Falls vom Kunden gefordert, muss die Mikrohärte einer anodisch erzeugten Oxidschicht mit der in 9.7 aufgeführten Methode zur Messung der Mikrohärte nach Vickers bestimmt werden. Für die Materialklassen 1, 2a, 2b und 3a muss die Prüfkraft 0,49 N betragen. Die Prüfkraft für die Materialklasse 3b muss zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, müssen anodisch erzeugte Oxidschichten mit einer Schichtdicke von 25 µm bis 50 µm mindestens Mikrohärtewerte gemäß Tabelle 13-3 aufweisen.

Tabelle 13-3. Abnahmewerte für die Härteprüfung nach Vickers

Materialklasse	Minimaler Abnahmewert (H _{v 0,05})
Klasse 1	400
Klasse 2 (a)	250
Klasse 2 (b)	300
Klasse 3 (a)	250

13.7.12 Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Walzprodukte gemäß der in 9.8 aufgeführten Methode auf Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung geprüft werden.

Die Bewertung der Beständigkeit gegen Verformung kann für Walzprodukte, die nach dem Anodisieren verformt werden, maßgeblich sein.

13.7.13 Lichtbeständigkeit

Nicht zutreffend.

13.7.14 Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse

Nicht zutreffend.

13.7.15 Kontinuität der Beschichtung

Falls vom Kunden gefordert müssen bandanodisierte Produkte mit der in 9.11. aufgeführten Methode auf Kontinuität der Beschichtung geprüft werden. Nach der Prüfung darf eine Sichtprüfung keine schwarzen und/oder dunkelroten Flecken auf der Oberfläche der Proben ergeben.

Die Prüfung der Kontinuität der Beschichtung muss einmal täglich an jeder Bandanodisationsanlage, die in Betrieb ist, durchgeführt werden.

13.7.16 Elektrische Durchschlagsspannung

Falls vom Kunden gefordert, muss die elektrische Durchschlagsspannung gemäß der in 9.10 aufgeführten Methode bestimmt werden.

Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, müssen anodisch erzeugte Oxidschichten mit einer Schichtdicke von 50 µm auf Legierungen, die weniger als 1 % Kupfer enthalten, eine Durchschlagsspannung von mindestens 1200 V aufweisen; auf anderen Legierungen mindestens 800 V. Diese Messwerte müssen als Mittelwerte aus zehn Einzelmessungen ermittelt werden.

Diese Prüfmethode liefert für unverdichtete Anodisationsschichten keine brauchbaren Ergebnisse.

13.7.17 Oberflächendichte

Falls vom Kunden gefordert, muss die Oberflächendichte gemäß der in 9.12 aufgeführten Methode bestimmt werden.

Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, muss die Oberflächendichte einer unverdichteten Beschichtung mit 50 µm Schichtdicke mindestens 1100 mg/dm² betragen. Bei Beschichtungen mit anderen Schichtdicken ist der Mindestwert entsprechend umzurechnen.

13.7.18 Rauigkeit

Falls vom Kunden gefordert, müssen Methode, Prüffrequenz und Abnahmekriterium zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

13.7.19 Betriebssimulationsprüfungen

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Produkte einer oder mehreren vom Kunden für die Simulation der Betriebsbedingungen spezifizierten Prüfung(en) unterzogen werden. Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

13.8 Prozessanforderungen

13.8.1 Vorbehandlung

Der Lizenznehmer kann jedwede Prozesse verwenden, die er für geeignet hält, um das vom Kunden geforderten Oberflächenfinish zu erreichen. Diese können mechanische Prozesse wie z. B. Strahlen, Schleifen, Bürsten, Schwabbeln und Polieren ebenso wie chemische Prozesse wie z. B. Entfetten, Beizen, Dekapieren und Neutralisieren beinhalten.

13.8.2 Anodisieren

Das Anodisieren muss mit Lösungen auf Schwefelsäurebasis durchgeführt werden.

13.8.3 Färben

Farbstoffe müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten, oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

Elektrolytische Färbeverfahren müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten, oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden. Bei Außenanwendungen darf das Qualitätszeichen nicht für schwarze Oberflächenausführungen verwendet werden, die durch elektrolytisches Färben mit Lösungen auf Kupfersalzbasis erzeugt wurden.

13.8.4 Verdichtungsverfahren

Es darf jedes beliebige Verdichtungsverfahren eingesetzt werden unter der Voraussetzung, dass die unter Anwendung dieses Verfahrens hergestellten Produkte die Anforderungen dieser Spezifikationen erfüllen.

13.8.5 Heißwasserverdichtung

Die Temperatur beim Heißwasserverdichten darf 10 Minuten nach dem Eintauchen der Ladung nicht weniger als 96 °C betragen.

Alle Zusätze, z. B. belagsverhindernde Zusätze, müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten oder, falls solche Anweisungen nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen

Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

13.8.6 Kaltverdichtung

13.8.6.1 Allgemeines

Die Bestimmungen dieses Paragraphen müssen für das zweistufige Kaltverdichten mit nickel-fluoridhaltigen Lösungen übernommen werden.

13.8.6.2 Kaltverdichtung – erste Stufe

Der Nickelionen-Gehalt der Lösung muss konstant im Bereich von $1,5 \pm 0,3$ g/l liegen. 5 bis 10 % des Nickels können durch Kobalt ersetzt werden.

Der Gehalt an freien Fluorid-Ionen muss konstant auf dem vom Lieferanten des Kaltverdichtungs-Produkts spezifizierten Niveau liegen.

Die Temperatur der Lösung muss konstant zwischen 25 °C und 30 °C betragen.

Der pH-Wert der Lösung muss konstant zwischen 5,8 und 7,0 liegen.

Die Eintauchzeit muss $1,0 \pm 0,2$ min/ μ m der Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht betragen.

13.8.6.3 Kaltverdichtung – zweite Stufe

Die Lösung muss entweder Leitungswasser mit einem Nickelsulfat- oder Nickelacetat-Gehalt von $4,0 \pm 1,0$ g/l oder VE-Wasser mit einem belagsverhindernden Zusatz enthalten.

Die Temperatur der Lösung muss kontinuierlich bei mindestens 60 °C (vorzugsweise 70°C) liegen.

Die Eintauchdauer muss $1,0 \pm 0,2$ min/ μ m der Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht betragen.

13.8.7 Andere Verdichtungssysteme

Andere Verdichtungssysteme einschließlich der Verdichtung bei mittleren Temperaturen müssen gemäß den schriftlichen Anweisungen des Lieferanten oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

13.9 Methoden der Prozesskontrolle

Falls es eine Vereinbarung zwischen dem Lizenznehmer und dem Kunden über die Anforderungen an die Oberflächenstruktur von anodisierten Bauteilen gibt, dann gelten soweit relevant die Ausführungen unter 13.9.1 und 13.9.2.

13.9.1 Beizen

Beizbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten der Beizchemikalien analysiert werden. Sollten für Beizbäder auf Natriumhydroxidbasis keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von Natriumhydroxid gesamt, Aluminium und, falls zutreffend, des Komplexbildners durchgeführt werden. Sollten für saure Beizbäder keine solchen Anweisungen (des Lieferanten) vorliegen, müssen die Analysen gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers erfolgen. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag

- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Beizbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Beginn des Beizzyklus überprüft werden.

13.9.2 Glänzen

Glänzbäder müssen gemäß den Angaben des Lieferanten der Glanzchemikalien analysiert werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden :

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Glänzbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Beginn des Glänzyklus überprüft werden.

13.9.3 Anodisieren

Anodisierbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten jedwedem Anodisierzusatzes analysiert werden. Sollten keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von freier Schwefelsäure und gelöstem Aluminium durchgeführt werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden :

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag;
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag;
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag.
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Anodisierbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Ende des Anodisierzyklus überprüft werden.

13.9.4 Verdichten

Verdichtungsbäder einschließlich aller Bäder bei mehrstufigen Verdichtungsverfahren müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten der Verdichtungschemikalien oder, falls solche Anweisungen nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers analysiert werden.

Bei Kaltverdichtung muss die Nickelkonzentration im Bad mindestens mit folgender Häufigkeit analysiert werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag

- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Die Konzentration von freiem Fluorid muss gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten der Verdichtungskemikalien analysiert werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Der pH-Wert aller Verdichtungsbäder einschließlich der Bäder bei mehrstufigen Verdichtungsverfahren muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Verdichtungsbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss 10 Minuten nach dem Eintauchen einer Ladung überprüft und dokumentiert werden.

13.9.5 Lagerung der Produkte

Aluminiumprodukte müssen vor und nach dem Anodisieren getrennt von den Anodisierereinrichtungen gelagert werden. Nach dem Anodisieren müssen sie vor Kondensation und Schmutz geschützt werden.

13.10 Dokumentation der Produktionskontrolle

13.10.1 Kontrollsysteme

Der Anodisierbetrieb muss ein sicheres System für die Produktkontrolle implementiert haben und die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- Kundenname und -adresse, Auftrags- oder Seriennummer
- Produktionsdatum
- Vereinbarte Schichtdicke und tatsächlich gemessene Schichtdicke (minimale und maximale Werte der durchschnittlichen Schichtdicke)
- Ergebnisse der Massenverlustprüfung (außer, wenn diese vom Kunden nicht gefordert wird)
- Ergebnisse des Farbtropfen- oder des Scheinleitwerttests (außer, wenn diese vom Kunden nicht gefordert werden)
- Ergebnisse aller sonstigen vom Kunden geforderten Prüfungen
- Ergriffene Maßnahmen zur Korrektur von Werten, die den Vorgaben nicht entsprechen.

Die Aufzeichnungen müssen folgende Angaben enthalten:

- Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Anodisierbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Produktname und Anwendung jeglicher eigener Chemikalien oder Verfahren, z. B. bei der Verdichtung
- Ergebnisse der Analysen sowie der Temperatur- und pH-Überwachung der Verdichtungsbäder.

Alle Informationen müssen für den Inspektor leicht und schnell zugänglich sein.

13.10.2 Rückverfolgbarkeit

Der Lizenznehmer muss Verfahren spezifizieren und implementieren, um die Produktion eindeutig mit den zugehörigen Zeichnungen, Spezifikationen oder anderen Dokumenten während aller Produktionsphasen, Lieferung und Montage zu verknüpfen. Einzelne Produkte, Lose oder Chargen müssen unverkennbar identifizierbar sein. Diese Identifikation muss in den Aufzeichnungen des Kontrollsystems enthalten sein.

13.11 Inspektionen

13.11.1 Allgemeines

Der Inspektor führt die Inspektionen wie in Paragraph 8 mit Bezug auf die in 13.11 enthaltenen Vorgaben beschrieben durch. Um unproduktive Inspektionstermine zu vermeiden wird empfohlen, dass der Betrieb die zuständige Stelle informiert, falls er befürchtet, dass während bestimmter Zeiträume nicht ausreichend Material für die Prüfungen vorhanden sein könnte.

13.11.2 Hauptabweichungen

Nachfolgend sind die Hauptabweichungen für das Anodisieren im Industriebereich aufgelistet:

- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Schichtdickenmessung (wenn nicht Maßtoleranzen Vorrang haben), siehe 13.11.4
- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Massenverlustprüfung, siehe 13.11.4
- Kein funktionsfähiges Schichtdickenmessgerät, siehe 13.6
- Kein funktionsfähiges Gerät und kein Vorhandensein der erforderlichen Lösungen für die Massenverlustprüfung (außer, wenn diese niemals von Kunden gefordert wird), siehe 13.6
- Kein funktionsfähiges Gerät und kein Vorhandensein der erforderlichen Lösung für den Scheinleitwerttest oder kein Vorhandensein der erforderlichen Lösungen für den Farbtropfentest (außer, wenn diese niemals von Kunden gefordert werden), siehe 13.6
- Unvollständige Produktionsaufzeichnungen, siehe 13.10.

13.11.3 Kennzeichnung der Werkstücke, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben

Der Lizenznehmer muss dem Inspektor von QUALANOD mitteilen, welche Waren die interne Qualitätskontrolle bestanden haben. Waren, die im Lager verpackt oder zum Versand bereitstehen, müssen als Waren, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben, betrachtet werden.

Der Lizenznehmer muss die Werkstücke, die nicht von seiner Lizenz für das Anodisieren im Industriebereich abgedeckt sind, deutlich kennzeichnen. Der Inspektor kann die Art der Anodisierung überprüfen, indem er zum Beispiel die schriftliche Vereinbarung zwischen dem Anodisierbetrieb und dem Kunden prüft.

13.11.4 Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion

Eine Inspektion kann die folgenden Produktprüfungen beinhalten:

- Schichtdicke
- Massenverlust außer, wenn dies für das ausgewählte Los vom Kunden nicht gefordert wird.
- Farbtropfentest oder Scheinleitwerttest (Scheinleitwerttests werden innerhalb von 48 Stunden nach der Verdichtung durchgeführt) außer, wenn diese für das ausgewählte Los vom Kunden nicht gefordert werden.

Durchschnittliche und örtliche Schichtdicken werden auf Fertigprodukten mit der Wirbelstrommethode gemessen, wie sie in ISO 2360 spezifiziert ist (siehe 9.2). Diese dürfen nicht die Mindestwerte der vorgeschriebenen Schichtdickenklasse unterschreiten oder außerhalb der Toleranz für die vorgeschriebene Nennschichtdicke liegen (siehe 8.3.6).

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Massenverlustprüfmethode aus 9.3.1 bewertet. Der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht übersteigen.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Farbtropfentestmethode aus 9.3.3 bewertet.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Scheinleitwerttestmethode aus 9.3.4 bewertet.

13.11.5 Verfahren

Der Inspektor überprüft, ob die Verfahren gemäß den Vorgaben in 13.8 durchgeführt werden. Er überprüft durch Beobachtung, ob die Badanalysen korrekt durchgeführt werden.

14 Anhang – Dekoratives Anodisieren

14.1 Einleitung

Die Paragraphen 2 bis 9 enthalten allgemeine Bestimmungen, die unabhängig von der Art der Anodisierung gelten. Folgende Bestimmungen sind besonders wichtig:

- Paragraph 6. Lizenzerteilung an Anodisierbetriebe
- Paragraph 7. Bestimmungen für die Verwendung des Qualitätszeichens
- Paragraph 8. Inspektionen
- Paragraph 9. Prüfmethode für Produkte

14.2 Umfang

Dieser Paragraph spezifiziert die Vorgaben für das dekorative Anodisieren und für Produkte, die mit diesem Verfahren erzeugt werden.

Dekoratives Anodisieren wird in der ISO 7583 definiert als „Anodisieren zur Erzeugung eines dekorativen Finishs mit einem einheitlichen oder einem ästhetisch ansprechenden Aussehen als Haupteigenschaft“.

Beispiele dafür sind Duschwände, Lippenstiftbehälter und Lichtreflektoren.

14.3 Qualitätszeichen

Die Verwendung des Qualitätszeichens muss den Vorgaben in Paragraph 7 entsprechen.

14.4 Vereinbarungen mit Kunden

14.4.1 Vom Kunden bereitzustellende Informationen

Der Kunde muss dem Lizenznehmer folgende Informationen zur Verfügung stellen, falls notwendig in Rücksprache mit dem Aluminiumlieferanten oder dem Lizenznehmer oder beiden:

- Der geplante Einsatz des zu anodisierenden Artikels
- Die Spezifikation des zu anodisierenden Aluminiums (Legierung und Härtegrad)
- Der Umfang der maßgeblichen Oberfläche(n) der/des zu anodisierenden Artikel(s)
- Die Vorgehensweise bei der Stichprobennahme für Losabnahmeprüfungen (siehe 9.1)
- Die geforderte Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht
- Jedwede bevorzugte Positionen und Abmessungen der Kontaktstellen (Aufnahmen)
- Die Oberflächenvorbereitung des Aluminiums vor dem Anodisieren und die Schwankungsbreite des endgültigen Oberflächenfinishs
- Die Farbe des anodisierten Artikels und die maximalen Grenzwerte für Farbschwankungen
- Das anzuwendende Verdichtungsverfahren. Der Kunde kann vorschreiben, dass gar nicht verdichtet wird, oder dass die Verdichtung nur die Gleitfähigkeit herstellen soll.

14.4.2 Das zu anodisierende Aluminium

Empfehlungen für die Auswahl der Legierungen finden Sie in Paragraph 11.

14.4.3 Maßgebliche Oberflächen

Maßgebliche Oberflächen werden vorzugsweise durch Zeichnungen oder durch in geeigneter Weise markierte Proben angegeben. In manchen Fällen kann es verschiedene Vorgaben für das Finish auf verschiedenen Teilen der maßgeblichen Oberfläche(n) geben.

14.4.4 Einstufung der Schichtdicke

Anodisch erzeugte Oxidschichten werden nach Schichtdickenklassen eingestuft, die durch die minimal zulässigen Werte der durchschnittlichen Schichtdicke und der örtlichen Schichtdicke bestimmt werden. Die Schichtdickenklassen werden mit den Buchstaben „AA“ gekennzeichnet. Beachten Sie, dass auch andere Schichtdickenklassen wie z. B. AA 7 oder AA 18 zulässig sind, diese sind in analoger Weise definiert. Die Definitionen der typischen Schichtdickenklassen sind in Tabelle 14-1 dargestellt.

Tabelle 14-1. Typische Schichtdickenklassen

Schichtdickenklasse	Minimale durchschnittliche Schichtdicke (µm)	Minimale örtliche Schichtdicke (µm)
AA3	3	Nicht spezifiziert
AA5	5	4
AA10	10	8
AA15	15	12

14.4.5 Fertigmaßtoleranzen

Nicht zutreffend.

14.4.6 Oberflächenvorbereitung

Die Oberflächenvorbereitung wird vorzugsweise anhand von Referenzmustern definiert, die von beiden Parteien abgenommen wurden.

14.4.7 Farbe

Die zulässige Farbabweichung wird vorzugsweise anhand von Referenzmuster definiert, die von beiden Parteien abgenommen wurden. Diese Muster können die vereinbarten Grenzwerte für die dunkelste und hellste Farbausprägung darstellen.

14.5 Reklamationen

Jegliche Kundenreklamationen an den Anodisierbetrieb sollten schriftlich erfolgen. Der Anodisierbetrieb muss ein Reklamationsregister führen, das auch die ergriffenen Maßnahmen enthält.

14.6 Labor und Prüfgeräte

14.6.1 Labor

Der Anodisierbetrieb muss über eine Laboreinrichtung verfügen. Diese ist getrennt vom Rest des Anodisierbetriebs in einem dafür bestimmten Raum unterzubringen, in dem geeignete Umgebungsbedingungen für die dort durchgeführten Prüfungen aufrechterhalten werden.

14.6.2 Messgeräte

14.6.2.1 Allgemeines

Jedes Gerät muss den Vorgaben der Norm für die jeweilige Prüfung entsprechen. Jedes Gerät muss funktionsfähig und ein Datenblatt mit Angabe der Gerätekennummer und den Kalibrierprüfungen muss vorhanden sein.

14.6.2.2 Geräte für die Produktprüfung

Jeder Anodisierbetrieb muss mindestens über zwei Geräte für die Schichtdickenmessung verfügen, die nach dem Wirbelstromverfahren arbeiten, oder über ein Gerät nach dem Wirbelstromverfahren und ein Lichtschnittmikroskop (9.2).

Der Anodisierbetrieb muss über folgende Ausstattung für die Durchführung der Massenverlustprüfung verfügen (9.3.1 oder 9.3.2):

- Präzisionswaage (Präzision 0,1 mg)
- Trockenofen
- Exsikkator
- Heizplatte
- Hilfsmittel zur Umwälzung der Lösung
- Chemische Produkte

Falls der Anodisierbetrieb den Farbtropfentest einsetzt, müssen die für den Test erforderlichen Lösungen zur Verfügung stehen (9.3.3).

Falls der Anodisierbetrieb den Scheinleitwerttest einsetzt, muss er mindestens über ein Gerät zur Messung des Scheinleitwerts und eine Referenzeinheit zum Überprüfen der Ablesegenauigkeit des Geräts verfügen (9.3.4).

Der Anodisierbetrieb muss Zugang zu Geräten haben, die für die Durchführung jedweder Produktprüfungen erforderlich sind, welche in 14.7 beschrieben sind, und die vom Kunden gefordert werden. Jegliche Organisationen, die für die Durchführung einer solchen Prüfung ausgewählt werden, müssen nach ISO 17025 für diese Prüfung akkreditiert sein.

14.6.2.3 Geräte zur Prüfung der Bäder

Der Anodisierbetrieb muss über ein pH-Messgerät und zwei Pufferlösungen (Kalibrierlösungen) verfügen.

14.7 Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen

Wie untenstehend jeweils ausgewiesen treffen einige Prüfungen für das Dekorative Anodisieren nicht zu.

14.7.1 Erforderliche Prüfungen

Abhängig von den Produkten, die der Lizenznehmer herstellt, muss er die nachfolgend im Detail erläuterten Produktqualitätsprüfungen vornehmen:

- Schichtdickenmessung
- Massenverlustprüfung
- Entweder den Farbtropfen- oder den Scheinleitwerttest oder beides
- Bewertung von sichtbaren Mängeln, Oberflächenstruktur und, falls zutreffend, Farbe

Zusätzlich muss der Lizenznehmer alle unten beschriebenen Prüfungen durchführen, die vom Kunden gefordert werden.

Für die Entnahme von Prüfstücken gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Der Lizenznehmer sollte eine der unten aufgelisteten Verfahrensweisen übernehmen, wobei 1) die am meisten Bevorzugte und 3) die am wenigsten Bevorzugte darstellt. Umstände, die den Lizenznehmer dazu veranlassen, eine weniger bevorzugte Verfahrensweise zu wählen, sind beispielsweise: i) Eine Entnahme von Prüfstücken aus dem Produktionslos ist aufgrund der Gestalt, der Größe oder der Form des Produkts nicht möglich; ii) Mehrere Lose aus verschiedenen Legierungen werden zusammen behandelt; iii) Das Los umfasst nur ein Werkstück.

- 1) Die Prüfstücke müssen aus dem Produktionslos entnommen werden.
- 2) Die Prüfstücke müssen aus derselben Legierung wie das Produktionslos bestehen und gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden.
- 3) Die Prüfstücke können aus einer anderen Legierung als das Produktionslos bestehen, müssen aber gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden. Die Legierung muss mindestens zu 97 % aus Aluminium bestehen. Wenn der Lizenznehmer diese Verfahrensweise häufig anwendet, sollte er immer dieselbe Legierung verwenden, damit er in sich vergleichbare Ergebnisse erhält.

Die gewählte Verfahrensweise muss im Qualitätssicherungssystem dokumentiert werden. Der Lizenznehmer muss die Vorgaben der Normen befolgen, die die von ihm durchzuführenden Prüfungen spezifizieren. Die einschlägigen internationalen Normen sind in Paragraf 4 festgelegt.

14.7.2 Schichtdicke

Die durchschnittliche und die örtliche Schichtdicke müssen mit einer der in 9.2 spezifizierten Methoden gemessen werden. Diese Schichtdicken dürfen nicht geringer sein als die Mindestwerte der spezifizierten Schichtdickenklasse.

Die Schichtdickenmessung muss nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

14.7.3 Maßtoleranzen

Nicht zutreffend.

14.7.4 Verdichtungsqualität

14.7.4.1 Massenverlustprüfung

Anodisierte Produkte müssen gemäß der in 9.3.1 oder 9.3.2 aufgeführten Methode bewertet werden und der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht überschreiten. Die Methode muss von Lizenznehmer und Kunden vereinbart werden.

Dies gilt als Schiedsprüfung für die Verdichtungsqualität.

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Produkte gemäß der in 9.3.1 aufgeführten Methode bewertet werden und der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht übersteigen.

Der Massenverlustprüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Mindestens einmal pro Tag bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte 100 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal jeden zweiten Tag bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte mehr als 50 % und weniger als 100 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal pro Woche bei jedem Verdichtungsbad, falls die farbanodisierten Produkte weniger als 50 % der Gesamtproduktion pro Woche darstellen
- Mindestens einmal pro Tag bei jeder Bandanodisieranlage, die in Betrieb ist.

14.7.4.2 Farbtropfentest

Anodisierte Produkte müssen gemäß der in 9.3.3 aufgeführten Methode bewertet werden. Die Einstufung darf den Wert 2 nicht überschreiten. Sollte der Wert 2 betragen, muss entweder eine Massenverlustprüfung durchgeführt oder die Verdichtung wiederholt werden.

Hierbei handelt es sich um eine Produktionskontrollprüfung für die Verdichtungsqualität. Der Farbtropfentest ist eine Abnahmeprüfung für die Absorptionsfähigkeit einer anodisierten Oberfläche.

Der Farbtropfentest muss bei jedem Verdichtungsbad mindestens einmal während jeder Arbeitsschicht durchgeführt werden. Er muss immer auf dem Teil mit der höchsten Schichtdicke durchgeführt werden.

Bei Bandanodisieranlagen muss der Farbtropfentest mindestens einmal an jedem Band durchgeführt werden.

14.7.4.3 Scheinleitwerttest

Anodisierte Produkte müssen mit der in 9.3.4 aufgeführten Methode bewertet werden. Die Abnahmegrenze für den korrigierten Scheinleitwert muss bei 20 μS liegen. Sollte der korrigierte Scheinleitwert 20 μS übersteigen, muss entweder eine Massenverlustprüfung durchgeführt oder die Verdichtung wiederholt werden. Der Abnahmegrenzwert für den Scheinleitwert gilt nicht für elektrolytisch gefärbte Werkstücke in Mittelbronze, Dunkelbronze und Schwarz. Hierbei handelt es sich um Oberflächenfinish mit einem L^* -Wert, der unter etwa 60 des Farbmodells $L^*a^*b^*$ CIE 1976 liegt.

Hierbei handelt es sich um eine Prüfung zur Produktionskontrolle.

Der Scheinleitwerttest muss bei jedem Verdichtungsbad mindestens einmal während jeder Arbeitsschicht durchgeführt werden. Es ist nicht notwendig, Scheinleitwerttests an bandanodisierten Produkten durchzuführen.

14.7.5 Sichtbare Mängel

Von den anodisierten Werkstücken müssen Proben gemäß einem zwischen den Beteiligten vereinbarten Probennahmeplan genommen werden. Die anodisierten Werkstücke müssen bei visueller Betrachtung aus einer unter den Beteiligten vereinbarten Entfernung auf der/den maßgeblichen Oberfläche(n) frei von sichtbaren Mängeln sein. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, müssen die Werkstücke gemäß den Vorgaben in 9.4.1 visuell untersucht werden und es gelten dann die folgenden Entfernungen:

- 2 m bei Innenanwendungen im Architekturbereich
- 0,5 m bei dekorativen Artikeln

Das dem Lizenznehmer zur Verfügung gestellte Metall muss von ausreichender Qualität sein um nach der Verarbeitung durch die Anodisieranlage, abhängig von den Vorgaben des Kunden, keine sichtbaren Mängel an den maßgeblichen Oberflächen aufzuweisen. Falls es Zweifel oder Diskussionen darüber gibt, ob die Bearbeitung in der Anodisieranlage die Sichtbarkeit der Mängel oder des Walzens oder der Pressriefen ausreichend reduzieren würde, muss die Fähigkeit diese zu reduzieren oder zu verdecken durch die Behandlung einer Probe des Metalls in der Anodisieranlage zur Produktion des vereinbarten Finishes untersucht werden. Im Anschluss daran muss die Probe durch Sichtprüfung wie oben beschrieben untersucht werden.

14.7.6 Oberflächenstruktur und Farbe

Oberflächenstruktur und Farbe von anodisierten Bauteilen und Referenzmustern müssen visuell gemäß 9.4.2 bewertet werden. Sie müssen aus einer zwischen den Beteiligten vereinbarten Entfernung betrachtet werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, gelten die folgenden Entfernungen:

- Die in 14.7.5 für den Vergleich von anodisierten Bauteilen beschriebenen Entfernungen
- 0,5 m für den Vergleich von anodisierten Bauteilen mit zwischen den Beteiligten vereinbarten Referenzmustern

Instrumentelle Messmethoden können verwendet werden, wenn sie zwischen Kunde und Anodisierbetrieb vereinbart sind.

Die Oberflächenstruktur und die Farbe der anodisierten Bauteile müssen innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, die zwischen dem Lizenznehmer und dem Kunden vereinbart wurden. Die vereinbarten Referenzmuster müssen an einem trockenen Ort dunkel gelagert werden.

14.7.7 Lichtreflexionseigenschaften

Falls vom Kunden gefordert, müssen die Lichtreflexionseigenschaften gemäß 9.4.3 bewertet werden. Die Prüffrequenz und Abnahmekriterien müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

14.7.8 Korrosionsbeständigkeit

Nicht zutreffend.

14.7.9 Verschleißbeständigkeit

Falls vom Kunden gefordert, müssen die anodisierten Produkte mit der in 9.6.2, 9.6.3 oder 9.6.4 Methode auf die Verschleißbeständigkeit der gesamten Schicht (sogenannte Bulk-Verschleißbeständigkeit) geprüft werden. Methode, Prüffrequenz und das Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

Die Bewertung der Verschleißbeständigkeit kann für Produkte maßgeblich sein, die von einem Benutzer regelmäßig gehandhabt werden.

14.7.10 Oberflächenabriebfestigkeit

Nicht zutreffend.

14.7.11 Mikrohärte

Nicht zutreffend.

14.7.12 Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Walzprodukte gemäß der in 9.8 aufgeführten Methode auf Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung geprüft werden.

Die Bewertung der Beständigkeit gegen Verformung kann für Walzprodukte, die nach dem Anodisieren verformt werden, maßgeblich sein.

14.7.13 Lichtbeständigkeit

Falls vom Kunden gefordert, muss die Lichtbeständigkeit der anodisch erzeugten Oxidschichten gemäß der in 9.9.1 aufgeführten Methode bestimmt werden. Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

Hinweis: Es ist nachgewiesen, dass elektrolytisch gefärbtes, anodisiertes Aluminium den Spezifikationen für Lichtbeständigkeit entspricht.

Falls vom Kunden gefordert, muss die Beständigkeit der anodisch erzeugten Oxidschichten gegen UV-Strahlung gemäß der in 9.9.2 aufgeführten Methode bestimmt werden. Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

14.7.14 Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse

Falls vom Kunden gefordert, muss die Beständigkeit anodisierter Produkte gegen thermische Mikrorisse gemäß der in 9.13 aufgeführten Methode bestimmt werden. Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, darf visuell keine Rissbildung auf anodisch erzeugten Oxidschichten, die bei einer Metalltemperatur von unter 80 °C behandelt wurden, sichtbar sein.

14.7.15 Kontinuität der Beschichtung

Falls vom Kunden gefordert müssen bandanodisierte Produkte mit der in 9.11. aufgeführten Methode auf Kontinuität der Beschichtung geprüft werden. Nach der Prüfung darf eine Sichtprüfung keine schwarzen und/oder dunkelroten Flecken auf der Oberfläche der Proben ergeben.

Die Prüfung der Kontinuität der Beschichtung muss einmal täglich an jeder Bandanodisationsanlage, die in Betrieb ist, durchgeführt werden.

14.7.16 Elektrische Durchschlagsspannung

Nicht zutreffend.

14.7.17 Oberflächendichte

Nicht zutreffend.

14.7.18 Rauigkeit

Nicht zutreffend.

14.7.19 Betriebssimulationsprüfungen

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Produkte einer oder mehreren vom Kunden für die Simulation der Betriebsbedingungen spezifizierten Prüfung(en) unterzogen werden. Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

14.8 Prozessanforderungen

14.8.1 Vorbehandlung

Der Lizenznehmer kann jedwede Prozesse verwenden, die er für geeignet hält, um das vom Kunden geforderten Oberflächenfinish zu erreichen. Diese können mechanische Prozesse wie z. B. Strahlen, Schleifen, Bürsten, Schwabbeln und Polieren ebenso wie chemische Prozesse wie z. B. Entfetten, Beizen, Dekapieren und Neutralisieren beinhalten.

14.8.2 Anodisieren

Das Anodisieren muss mit Lösungen auf Schwefelsäurebasis durchgeführt werden.

14.8.3 Färben

Farbstoffe müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten, oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

Elektrolytische Färbeverfahren müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten, oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

14.8.4 Verdichtungsverfahren

Es darf jedes beliebige Verdichtungsverfahren eingesetzt werden unter der Voraussetzung, dass die unter Anwendung dieses Verfahrens hergestellten Produkte die Anforderungen dieser Spezifikationen erfüllen.

14.8.5 Heißwasserverdichtung

Die Temperatur beim Heißwasserverdichten darf 10 Minuten nach dem Eintauchen der Ladung nicht weniger als 96 °C betragen.

Alle Zusätze, z. B. belagsverhindernde Zusätze, müssen gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten oder, falls solche Anweisungen nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

14.8.6 Kaltverdichtung

14.8.6.1 Allgemeines

Die Bestimmungen dieses Paragraphen müssen für das zweistufige Kaltverdichten mit nickel-fluoridhaltigen Lösungen übernommen werden.

14.8.6.2 Kaltverdichtung – erste Stufe

Der Nickelionen-Gehalt der Lösung muss konstant im Bereich von $1,5 \pm 0,3$ g/l liegen. 5 bis 10 % des Nickels können durch Kobalt ersetzt werden.

Der Gehalt an freien Fluorid-Ionen muss konstant auf dem vom Lieferanten des Kaltverdichtungs-Produkts spezifizierten Niveau liegen.

Die Temperatur der Lösung muss konstant zwischen 25 °C und 30 °C betragen.

Der pH-Wert der Lösung muss konstant zwischen 5,8 und 7,0 liegen.

Die Eintauchzeit muss $1,0 \pm 0,2$ min/ μ m der Dicke der anodisch erzeugten Oxidschicht betragen.

14.8.6.3 Kaltverdichtung – zweite Stufe

Die Lösung muss entweder Leitungswasser mit einem Nickelsulfat- oder Nickelacetat-Gehalt von $4,0 \pm 1,0$ g/l oder VE-Wasser mit einem belagsverhindernden Zusatz enthalten.

Die Temperatur der Lösung muss kontinuierlich bei mindestens 60 °C liegen.

Die Eintauchdauer muss $1,0 \pm 0,2$ min/ μ m der Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht betragen.

14.8.7 Andere Verdichtungssysteme

Andere Verdichtungssysteme einschließlich der Verdichtung bei mittleren Temperaturen müssen gemäß den schriftlichen Anweisungen des Lieferanten oder, falls solche nicht vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers verwendet werden.

14.9 Methoden der Prozesskontrolle

14.9.1 Beizen

Beizbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten der Beizchemikalien analysiert werden. Sollten für Beizbäder auf Natriumhydroxidbasis keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von Natriumhydroxid gesamt, Aluminium und, falls zutreffend, des Komplexbildners durchgeführt werden. Sollten für saure Beizbäder keine solchen Anweisungen (des Lieferanten) vorliegen, müssen die Analysen gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers erfolgen. Folgende Analysehäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Beizbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Beginn des Beizzyklus überprüft werden.

14.9.2 Glänzen

Glänzbäder müssen gemäß den Angaben des Lieferanten der Glänzchemikalien analysiert werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Glänzbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Beginn des Glänzyklus überprüft werden.

14.9.3 Anodisieren

Anodisierbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten jedwedes Anodisierzusatzes analysiert werden. Sollten keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von freier Schwefelsäure und gelöstem Aluminium durchgeführt werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Anodisierbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Ende des Anodisierzyklus überprüft werden.

14.9.4 Verdichten

Verdichtungsbäder einschließlich aller Bäder bei mehrstufigen Verdichtungsverfahren müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten der Verdichtungschemikalien oder, falls keine solchen Anweisungen vorliegen, gemäß den in schriftlichen Betriebsanweisungen dokumentierten Standardverfahrensweisen des Lizenznehmers analysiert werden.

Bei Kaltverdichtung müssen die Konzentrationen von Nickel und freiem Fluorid im Bad mindestens mit folgender Häufigkeit analysiert werden:

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag
- Mindestens einmal täglich bei Bandanodisieranlagen an den Tagen, an denen die Anlage in Betrieb ist.

Die Konzentration von freiem Fluorid muss gemäß den Anweisungen des jeweiligen Lieferanten der Verdichtungschemikalien analysiert werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Der pH-Wert aller Verdichtungs-bäder einschließlich der Bäder bei mehrstufigen Verdichtungsverfahren muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Verdichtungs-bades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss 10 Minuten nach dem Eintauchen einer Ladung überprüft und dokumentiert werden.

14.9.5 Lagerung der Produkte

Aluminiumprodukte müssen vor und nach dem Anodisieren getrennt von den Anodisier-einrichtungen gelagert werden. Nach dem Anodisieren müssen sie vor Kondensation und Schmutz geschützt werden. Jedes anodisierte Werkstück im Lager muss mit der Schichtdicke gekennzeichnet sein.

14.10 Dokumentation der Produktionskontrolle

14.10.1 Kontrollsystem

Der Anodisierbetrieb muss ein sicheres System für die Produktkontrolle implementiert haben und die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- Kundennamen und -adressen, Auftrags- oder Seriennummern
- Produktionsdatum
- Art der Anodisierung (farblos oder farbig)
- Vereinbarte Schichtdickenklasse und tatsächlich gemessene Schichtdicke (minimale und maximale Werte der durchschnittlichen und örtlichen Schichtdicke)
- Ergebnisse der Massenverlustprüfung
- Wenn zutreffend die Ergebnisse des Farbtropfen- oder des Scheinleitwerttests
- Ergebnisse aller sonstigen, vom Kunden geforderten Prüfungen
- Ergriffene Maßnahmen zur Korrektur von Werten, die den Vorgaben nicht entsprechen.

Die Aufzeichnungen müssen folgende Angaben enthalten:

- Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Beizbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Glänzbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Anodisierbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Produktname und Anwendung jeglicher eigener Chemikalien oder Verfahren, z. B. bei der Verdichtung
- Ergebnisse der Analysen sowie der Temperatur- und pH-Überwachung der Verdichtungs-bäder.

Alle Informationen müssen für den Inspektor leicht und schnell zugänglich sein.

14.10.2 Rückverfolgbarkeit

Der Lizenznehmer muss Verfahren spezifizieren und implementieren, um die Produktion eindeutig mit den zugehörigen Zeichnungen, Spezifikationen oder anderen Dokumenten während aller Produktionsphasen, Lieferung und Montage zu verknüpfen. Einzelne Produkte,

Lose oder Chargen müssen unverkennbar identifizierbar sein. Diese Identifikation muss in den Aufzeichnungen des Kontrollsystems enthalten sein.

14.11 Inspektionen

14.11.1 Allgemeines

Der Inspektor führt die Inspektionen wie in Paragraf 8 mit Bezug auf die in 14.11 enthaltenen Vorgaben beschrieben durch. Um unproduktive Inspektionstermine zu vermeiden wird empfohlen, dass der Betrieb die zuständige Stelle informiert, falls er befürchtet, dass während bestimmter Zeiträume nicht ausreichend Material für die Prüfungen vorhanden sein könnte.

14.11.2 Hauptabweichungen

Nachfolgend sind die Hauptabweichungen für das Dekorative Anodisieren aufgelistet:

- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Schichtdickenmessung, siehe 14.11.4
- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Massenverlustprüfung, siehe 14.11.4
- Kein funktionsfähiges Schichtdickenmessgerät, siehe 14.6
- Kein funktionsfähiges Gerät und kein Vorhandensein der erforderlichen Lösungen für die Massenverlustprüfung, siehe 14.6
- Kein funktionsfähiges Gerät und kein Vorhandensein der erforderlichen Lösung für den Scheinleitwerttest oder kein Vorhandensein der erforderlichen Lösungen für den Farbtropfentest, siehe 14.6
- Unvollständige Produktionsaufzeichnungen, siehe 14.10.

14.11.3 Kennzeichnung der Werkstücke, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben

Der Lizenznehmer muss dem Inspektor von QUALANOD mitteilen, welche Waren die interne Qualitätskontrolle bestanden haben. Waren, die im Lager verpackt oder zum Versand bereitstehen, müssen als Waren, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben, betrachtet werden.

Der Lizenznehmer muss die Werkstücke, die nicht von seiner Lizenz für das Dekorative Anodisieren abgedeckt sind, deutlich kennzeichnen. Der Inspektor kann die Art der Anodisierung überprüfen, indem er zum Beispiel die schriftliche Vereinbarung zwischen dem Anodisierbetrieb und dem Kunden prüft.

14.11.4 Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion

Eine Inspektion kann die folgenden Produktprüfungen beinhalten:

- Schichtdicke
- Massenverlust
- Farbtropfen- oder Scheinleitwerttest (Scheinleitwerttests werden innerhalb von 48 Stunden nach dem Verdichten durchgeführt)

Durchschnittliche und örtliche Schichtdicken werden auf Fertigprodukten mit der Wirbelstrommethode gemessen, wie sie in ISO 2360 spezifiziert ist (siehe 9.2). Diese dürfen die Mindestwerte der vorgeschriebenen Schichtdickenklasse nicht unterschreiten.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Massenverlustprüfmethode aus 9.3.1 oder 9.3.2 bewertet, abhängig davon, welche Methode durch den Anodisierbetrieb für das ausgewählte Los verwendet wurde. Der Massenverlust darf 30 mg/dm² nicht übersteigen.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Farbtropfentestmethode aus 9.3.3 bewertet.

Fertigprodukte werden unter Anwendung der Scheinleitwerttestmethode aus 9.3.4 bewertet.

14.11.5 Verfahren

Der Inspektor überprüft, ob die Verfahren gemäß den Vorgaben in 14.8 durchgeführt werden. Er überprüft durch Beobachtung, ob die Badanalysen korrekt durchgeführt werden.

15 Anhang - Harteloxieren

15.1 Einleitung

Die Paragraphen 2 bis 9 enthalten allgemeine Bestimmungen, die unabhängig von der Art der Anodisierung gelten. Folgende Bestimmungen sind besonders wichtig:

- Paragraph 6. Lizenzerteilung an Anodisierbetriebe
- Paragraph 7. Bestimmungen für die Verwendung des Qualitätszeichens
- Paragraph 8. Inspektionen
- Paragraph 9. Prüfmethode für Produkte

15.2 Umfang

Dieser Paragraph spezifiziert die Vorgaben für Harteloxieren und für Produkte, die mit diesem Verfahren erzeugt werden.

Harteloxieren wird in der ISO 7583 definiert als „Anodisieren zur Erzeugung einer Beschichtung, deren Haupteigenschaft eine hohe Verschleißbeständigkeit oder Mikrohärtigkeit ist“.

Als Beispiele für harteloxierte Produkte sind Ähnliche wie für das Anodisieren im Industriebereich zu nennen. Es werden jedoch höhere Qualitätsanforderungen gestellt insbesondere, was die Verschleißbeständigkeit betrifft.

15.3 Qualitätszeichen

Die Verwendung des Qualitätszeichens muss den Vorgaben in Paragraph 7 entsprechen.

15.4 Vereinbarungen mit Kunden

15.4.1 Vom Kunden bereitzustellende Informationen

Der Kunde muss dem Lizenznehmer soweit zutreffend folgende Informationen zur Verfügung stellen, falls notwendig in Rücksprache mit dem Aluminiumlieferanten oder dem Lizenznehmer oder beiden:

- Die Spezifikation des zu anodisierenden Aluminiums (Legierung und Härtegrad)
- Das Ausmaß der maßgeblichen Oberfläche(n) der/des zu anodisierenden Artikel(s)
- Die Vorgehensweise bei der Stichprobennahme für Losabnahmeprüfungen (siehe 9.1)
- Die geforderte Schichtdicke der anodisch erzeugten Oxidschicht
- Die Roh- und Fertigmaßtoleranzen. Der Kunde kann vorschreiben, dass diese nicht erforderlich sind oder, dass diese Vorrang vor der geforderten Schichtdicke haben.
- Die bevorzugten Positionen und Abmessungen der Kontaktstellen (Aufnahmen)
- Jedwede besondere Vorgaben an die Oberflächenvorbereitung, z. B. Kugelstrahlen, Beizen, Schleifen
- Jedwede besondere Vorgaben an die Nachbehandlung, z. B. Verdichten, Imprägnieren, Schleifen
- Jedwede besondere geforderte Eigenschaften, wie zum Beispiel Korrosionsbeständigkeit, elektrische Durchschlagsspannung und elektrische Isolierung.

15.4.2 Das zu anodisierende Aluminium

Empfehlungen für die Auswahl der Legierungen finden Sie in Paragraph 11.

15.4.3 Maßgebliche Oberflächen

Maßgebliche Oberflächen werden vorzugsweise durch Zeichnungen oder durch in geeigneter Weise markierte Proben angegeben. In manchen Fällen kann es verschiedene Vorgaben für

das Finish auf verschiedenen Teilen der maßgeblichen Oberfläche(n) geben. Abdecken kann erforderlich sein, um verschiedene Vorgaben erfüllen zu können.

15.4.4 Schichtdickenklasse

Orientierung zur Auswahl der Schichtdickenklasse finden Sie in Paragraf 11.

15.4.5 Fertigmaßtoleranzen

Anodisieren führt zu einer Erhöhung der Abmessungen eines Artikels, die ungefähr 50 % der Schichtdicke jeder anodisierten Oberfläche entspricht.

15.4.6 Oberflächenvorbereitung

ISO 7599 enthält ein Bezeichnungssystem für die Oberflächenvorbereitung.

15.4.7 Farbe

Nicht zutreffend.

15.5 Reklamationen

Jegliche Kundenreklamationen an den Anodisierbetrieb sollten schriftlich erfolgen. Der Anodisierbetrieb muss ein Reklamationsregister führen, das auch die ergriffenen Maßnahmen enthält.

15.6 Labor und Prüfgeräte

15.6.1 Labor

Der Anodisierbetrieb muss über eine Laboreinrichtung verfügen. Diese ist getrennt vom Rest des Anodisierbetriebs in einem dafür bestimmten Raum unterzubringen, in dem geeignete Umgebungsbedingungen für die dort durchgeführten Prüfungen aufrechterhalten werden.

15.6.2 Messgeräte

15.6.2.1 Allgemeines

Jedes Gerät muss den Vorgaben der Norm für die jeweilige Prüfung entsprechen. Jedes Gerät muss funktionsfähig und ein Datenblatt mit Angabe der Gerätekennnummer und den Kalibrierprüfungen muss vorhanden sein.

15.6.2.2 Geräte für die Produktprüfung

Jeder Anodisierbetrieb muss mindestens über zwei Geräte für die Schichtdickenmessung verfügen, die nach dem Wirbelstromverfahren arbeiten, oder über ein Gerät nach dem Wirbelstromverfahren und ein Lichtschnittmikroskop (9.2).

Der Anodisierbetrieb muss über Geräte zur Messung der Verschleißbeständigkeit verfügen (9.6.2, 9.6.3, 9.6.5).

Der Anodisierbetrieb muss Zugang zu Geräten haben, die für die Durchführung jedweder Produktprüfungen erforderlich sind, welche in 15.7 beschrieben sind und die vom Kunden gefordert werden. Jegliche Organisationen, die für die Durchführung einer solchen Prüfung ausgewählt werden, müssen nach ISO 17025 für diese Prüfung akkreditiert sein.

15.6.2.3 Geräte zur Prüfung der Bäder

Falls die Anodisieranlage mit einem oder mehreren Verdichtungsbadern ausgestattet ist, müssen im Labor des Anodisierbetriebs ein pH-Messgerät und zwei Pufferlösungen (Kalibrierlösungen) vorhanden sein.

15.7 Vom Lizenznehmer durchzuführende Produktprüfungen

Wie untenstehend jeweils ausgewiesen treffen einige Prüfungen für das Harteloxieren nicht zu.

15.7.1 Erforderliche Prüfungen

Abhängig von den Produkten, die der Lizenznehmer herstellt, muss er die nachfolgend im Detail erläuterten Produktqualitätsprüfungen vornehmen:

- Schichtdickenmessung
- Sichtbare Mängel
- Verschleißbeständigkeit
- Fertigmaßtoleranzen (wenn vom Kunden gefordert).

Zusätzlich muss der Lizenznehmer alle unten beschriebenen Prüfungen durchführen, die vom Kunden gefordert werden.

Für die Entnahme von Prüfstücken gibt es eine Reihe von Möglichkeiten. Der Lizenznehmer sollte eine der unten aufgelisteten Verfahrensweisen übernehmen, wobei 1) die am meisten Bevorzugte und 3) die am wenigsten Bevorzugte darstellt. Umstände, die den Lizenznehmer dazu veranlassen, eine weniger bevorzugte Verfahrensweise zu wählen, sind beispielsweise: i) Eine Entnahme von Prüfstücken aus dem Produktionslos ist aufgrund der Gestalt, der Größe oder der Form des Produkts nicht möglich; ii) Mehrere Lose aus verschiedenen Legierungen werden zusammen behandelt; iii) Das Los umfasst nur ein Werkstück.

- 1) Die Prüfstücke müssen aus dem Produktionslos entnommen werden.
- 2) Die Prüfstücke müssen aus derselben Legierung wie das Produktionslos bestehen und gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden.
- 3) Die Prüfstücke können aus einer anderen Legierung als das Produktionslos bestehen, müssen aber gleichzeitig mit dem Produktionslos behandelt werden. Die Legierung muss mindestens zu 97 % aus Aluminium bestehen. Wenn der Lizenznehmer diese Verfahrensweise häufig anwendet, sollte er immer dieselbe Legierung verwenden, damit er in sich vergleichbare Ergebnisse erhält.

Die gewählte Verfahrensweise muss im Qualitätssicherungssystem dokumentiert werden.

Der Lizenznehmer muss die Vorgaben der Normen befolgen, die die von ihm durchzuführenden Prüfungen spezifizieren. Die einschlägigen internationalen Normen sind in Paragraph 4 festgelegt.

15.7.2 Schichtdicke

Schichtdickenmessungen müssen gemäß der in 9.2 aufgeführten Methode durchgeführt werden.

Wenn eine Nennschichtdicke von bis zu 50 µm spezifiziert ist, darf die durchschnittliche Schichtdicke nicht außerhalb von $\pm 20\%$ der Nennschichtdicke liegen. Wenn eine Nennschichtdicke von mehr als 50 µm spezifiziert ist, darf die durchschnittliche Schichtdicke nicht außerhalb von $\pm 10\%$ µm der Nennschichtdicke liegen.

Die Schichtdickenmessung muss nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

15.7.3 Maßtoleranzen

Wo relevant, muss die Messung von Fertigmaßen nach der Systematik einer Losabnahmeprüfung erfolgen.

15.7.4 Verdichtungsqualität

Nicht zutreffend.

15.7.4.1 Massenverlustprüfung

Nicht zutreffend.

15.7.4.2 Farbtropfentest

Nicht zutreffend.

15.7.4.3 Scheinleitwerttest

Nicht zutreffend.

15.7.5 Sichtbare Mängel

Die Werkstücke müssen gemäß 9.4.1 visuell untersucht werden. Die maßgebliche Oberfläche muss vollständig anodisiert sein. Das visuelle Aussehen muss im Wesentlichen einheitlich sein ohne Abplatzung, Blasenbildung oder pulverförmige (verbrannte) Bereiche aufzuweisen. Haarrissbildung oder Mikrorisse sind normalerweise kein Grund für eine Ablehnung.

15.7.6 Oberflächenstruktur und Farbe

Nicht zutreffend.

15.7.7 Lichtreflexionseigenschaften

Nicht zutreffend.

15.7.8 Korrosionsbeständigkeit

Falls vom Kunden gefordert, muss die Korrosionsbeständigkeit mit Hilfe der neutralen Salzsprühnebelprüfung gemäß 9.5 bewertet werden. Die Prüfdauer muss 336 Stunden betragen.

Nach der Prüfung darf ein Prüfstück mit einer Schichtdicke von 50 µm mit Ausnahme innerhalb eines Bereichs von 1,5 mm an den Kontaktstellen oder Ecken keine Korrosionslöcher aufweisen.

Diese Prüfung ist ausschließlich bei verdichteten Eloxalschichten anwendbar.

15.7.9 Verschleißbeständigkeit

Die Verschleißbeständigkeit der anodisch erzeugten Oxidschichten muss entweder durch die in 9.6.2 aufgeführte Schleifscheibenmethode oder die in 9.6.3 aufgeführte Schleifmittelstrahlmethode bestimmt werden. Die Auswahl der Methode und des Verfahrens muss der ISO 10074 entsprechen. Die in 9.6.5 aufgeführte Taber-Methode kann nur eingesetzt werden, wenn dies spezifiziert ist.

Die Zeit zwischen dem Anodisieren und der Prüfung muss mindestens 24 Stunden betragen. Während dieser Zeit müssen die Prüfstücke in der Prüfumgebung gelagert werden.

Die Anzahl der Doppelhübe in der Prüfung mit der Schleifscheibe muss 800 bis 100 betragen.

Die Prüffrequenz muss zwischen Lizenznehmer und Kunden vereinbart werden.

Die relative, mittlere spezifische Abriebfestigkeit bei der Schleifscheiben- und Schleifmittelstrahlmethode muss über 80 % liegen.

Der Massenverlust bei der Taber-Methode darf nicht über 15 mg liegen.

15.7.10 Oberflächenabriebfestigkeit

Nicht zutreffend.

15.7.11 Mikrohärte

Falls vom Kunden gefordert, muss die Mikrohärte einer anodisch erzeugten Oxidschicht mit der in 9.7 aufgeführten Methode zur Messung der Mikrohärte nach Vickers bestimmt werden. Die Prüfkraft muss 0,49 N betragen.

Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, gelten die folgenden Kriterien: Der Mikrohärtewert $H_{V\ 0,05}$ von Beschichtungen, die nicht dicker als 50 µm sind, darf nicht unter 400 liegen; bei Beschichtungen mit einer Schichtdicke von mehr als 50 µm darf er nicht geringer als 350 sein.

15.7.12 Beständigkeit gegen Rissbildung durch Verformung

Nicht zutreffend.

15.7.13 Lichtbeständigkeit

Nicht zutreffend.

15.7.14 Beständigkeit gegen thermische Mikrorisse

Nicht zutreffend.

15.7.15 Kontinuität der Beschichtung

Nicht zutreffend.

15.7.16 Elektrische Durchschlagsspannung

Falls vom Kunden gefordert, muss die elektrische Durchschlagsspannung gemäß der in 9.10 aufgeführten Methode bestimmt werden.

Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, müssen anodisch erzeugte Oxidschichten mit einer Schichtdicke von 50 µm eine Durchschlagsspannung von mindestens 1200 V aufweisen. Der Messwert muss als Mittelwert aus zehn Einzelmessungen ermittelt werden.

Diese Prüfmethode liefert für unverdichtete Anodisationsschichten keine brauchbaren Ergebnisse.

15.7.17 Oberflächendichte

Falls vom Kunden gefordert, muss die Oberflächendichte gemäß der in 9.12 aufgeführten Methode bestimmt werden.

Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden. Sollte keine solche Vereinbarung vorliegen, muss die Oberflächendichte einer unverdichteten Beschichtung mit 50 µm Schichtdicke mindestens 1100 mg/dm² betragen. Bei Beschichtungen mit anderen Schichtdicken ist der Mindestwert entsprechend umzurechnen.

15.7.18 Rauigkeit

Falls vom Kunden gefordert, müssen Methode, Prüffrequenz und Abnahmekriterium zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden.

15.7.19 Betriebssimulationsprüfungen

Falls vom Kunden gefordert, müssen anodisierte Produkte einer oder mehreren vom Kunden für die Simulation der Betriebsbedingungen spezifizierten Prüfung(en) unterzogen werden. Prüffrequenz und Abnahmekriterium müssen zwischen Lizenznehmer und Kunde vereinbart werden

15.8 Prozessanforderungen

15.8.1 Vorbehandlung

Der Lizenznehmer kann jedwede Prozesse verwenden, die er für geeignet hält, um das vom Kunden geforderten Oberflächenfinish zu erreichen. Diese können mechanische Prozesse wie z. B. Strahlen, Schleifen, Bürsten, Schwabbeln und Polieren ebenso wie chemische Prozesse wie z. B. Entfetten, Beizen, Dekapieren und Neutralisieren beinhalten.

15.8.2 Anodisieren

Das Anodisieren muss mit Lösungen auf Schwefelsäurebasis durchgeführt werden.

15.8.3 Färben

Nicht zutreffend.

15.8.4 Verdichtungsverfahren

Nicht zutreffend.

15.8.5 Heißwasserverdichtung

Nicht zutreffend.

15.8.6 Kaltverdichtung

Nicht zutreffend.

15.8.7 Andere Verdichtungssysteme

Nicht zutreffend.

15.9 Methoden der Prozesskontrolle

15.9.1 Beizen

Nicht zutreffend.

15.9.2 Glänzen

Nicht zutreffend.

15.9.3 Anodisieren

Anodisierbäder müssen gemäß den Anweisungen des Lieferanten jedwedes Anodisierzusatzes analysiert werden. Sollten keine solchen Anweisungen vorliegen, müssen Analysen der Konzentrationen von freier Schwefelsäure und gelöstem Aluminium durchgeführt werden. Folgende Analysenhäufigkeit muss mindestens eingehalten werden :

- Mindestens einmal täglich bei jedem Bad bei drei Arbeitsschichten pro Tag
- Mindestens jeden zweiten Tag bei jedem Bad bei zwei 8-Stunden-Schichten pro Tag
- Mindestens jeden dritten Tag bei jedem Bad bei einer 8-Stunden-Schicht pro Tag.

Basierend auf dem Ergebnis der Analysen muss die Zusammensetzung der Bäder entsprechend angepasst werden.

Die Temperatur jedes Anodisierbades muss in regelmäßigen Intervallen und mindestens zweimal pro Arbeitsschicht, wenn die Anlage in Betrieb ist, überprüft werden. Sie muss zum Ende des Anodisierzyklus überprüft werden.

15.9.4 Verdichten

Nicht zutreffend.

15.9.5 Lagerung der Produkte

Aluminiumprodukte müssen vor und nach dem Anodisieren getrennt von den Anodisierrichtungen gelagert werden. Nach dem Anodisieren müssen sie vor Kondensation und Schmutz geschützt werden.

15.10 Dokumentation der Produktionskontrolle

15.10.1 Kontrollsysteme

Der Anodisierbetrieb muss ein sicheres System für die Produktkontrolle implementiert haben und die Aufzeichnungen müssen mindestens die folgenden Informationen enthalten:

- Kundename und -adresse, Auftrags- oder Seriennummer
- Produktionsdatum
- Vereinbarte Schichtdicke und tatsächlich gemessene Schichtdicke (minimale und maximale Werte der durchschnittlichen Schichtdicke)
- Fertigmaßtoleranzen, soweit gefordert
- Ergebnisse der Verschleißbeständigkeitsprüfung
- Ergebnisse aller sonstigen, vom Kunden geforderten Prüfungen
- Ergriffene Maßnahmen zur Korrektur von Werten, die den Vorgaben nicht entsprechen.

Die Aufzeichnungen müssen folgendes enthalten:

- Ergebnisse der Analysen und der Temperaturüberwachung der Anodisierbäder sowie die Anzahl der Arbeitsschichten
- Produktname und Anwendung jeglicher eigener Chemikalien oder Verfahren.

Alle Informationen müssen für den Inspektor leicht und schnell zugänglich sein.

15.10.2 Rückverfolgbarkeit

Der Lizenznehmer muss Verfahren spezifizieren und implementieren, um die Produktion eindeutig mit den zugehörigen Zeichnungen, Spezifikationen oder anderen Dokumenten während aller Produktionsphasen, Lieferung und Montage zu verknüpfen. Einzelne Produkte, Lose oder Chargen müssen unverkennbar identifizierbar sein. Diese Identifikation muss in den Aufzeichnungen des Kontrollsystems enthalten sein.

15.11 Inspektionen

15.11.1 Allgemeines

Der Inspektor führt die Inspektionen wie in Paragraph 8 mit Bezug auf die in 15.11 enthaltenen Vorgaben beschrieben durch. Um unproduktive Inspektionstermine zu vermeiden wird empfohlen, dass der Betrieb die zuständige Stelle informiert, falls er befürchtet, dass während bestimmter Zeiträume nicht ausreichend Material für die Prüfungen vorhanden sein könnte.

15.11.2 Hauptabweichungen

Nachfolgend sind die Hauptabweichungen für das Harteloxieren aufgelistet:

- Ein nicht zufriedenstellendes Ergebnis der Schichtdickenmessung (wenn nicht Maßtoleranzen Vorrang haben), siehe 15.11.4
- Kein funktionsfähiges Schichtdickenmessgerät, siehe 15.6
- Kein funktionsfähiges Gerät für die Verschleißbeständigkeitsprüfung, siehe 15.6
- Unvollständige Produktionsaufzeichnungen, siehe 15.10.

15.11.3 Kennzeichnung der Werkstücke, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben

Der Lizenznehmer muss dem Inspektor von QUALANOD mitteilen, welche Waren die interne Qualitätskontrolle bestanden haben. Waren, die im Lager verpackt oder zum Versand bereitstehen, müssen als Waren, die die interne Qualitätskontrolle bestanden haben, betrachtet werden.

Der Lizenznehmer muss die Werkstücke, die nicht von seiner Lizenz für das Harteloxieren abgedeckt sind, deutlich kennzeichnen. Der Inspektor kann die Art der Anodisierung überprüfen, indem er zum Beispiel die schriftliche Vereinbarung zwischen dem Anodisierbetrieb und dem Kunden prüft.

15.11.4 Produktprüfungen im Rahmen einer Inspektion

Eine Inspektion kann die folgenden Produktprüfungen beinhalten:

- Schichtdicke

Durchschnittliche und örtliche Schichtdicken werden auf Fertigprodukten mit der Wirbelstrommethode gemessen, wie sie in ISO 2360 spezifiziert ist (siehe 9.2). Diese dürfen nicht außerhalb der Toleranz für die vorgeschriebene Nennschichtdicke liegen (siehe 8.3.6).

15.11.5 Verfahren

Der Inspektor überprüft, ob die Verfahren gemäß den Vorgaben in 15.8 durchgeführt werden. Er überprüft durch Beobachtung, ob die Badanalysen korrekt durchgeführt werden.