

DIN EN 4827



ICS 49.025.20; 49.040

Einsprüche bis 2021-02-04
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 4827:2019-12

Entwurf

**Luft- und Raumfahrt –
Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen ohne
hexavalentes Chrom;
Deutsche und Englische Fassung prEN 4827:2020**

Aerospace series –

Hexavalent chromium free anodizing of aluminium and aluminium alloys;

German and English version prEN 4827:2020

Série aérospatiale –

Anodisation sans chrome hexavalent de l'aluminium et des alliages d'aluminium;

Version allemande et anglaise prEN 4827:2020

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-12-04 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs
besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nl@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL), 10772 Berlin oder Saatwinkler Damm 42/43, 13627 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 75 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)

Nationales Vorwort

Der Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) ist vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) für zuständig erklärt worden, Europäische Normen (EN) für das Gebiet der Luft- und Raumfahrt auszuarbeiten. Durch die Vereinbarung vom 3. Oktober 1986 wurde ASD Assoziierte Organisation (ASB) des CEN.

Das vorliegende Dokument (prEN 4827:2020) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Werkstoffe, unter Mitwirkung deutscher Experten des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) erarbeitet.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 131-02-04 AA „Oberflächenschutz“ im DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL).

Das CEN-CENELEC Management Centre (CCMC) hat auf der Grundlage der CEN/BT Decisions 021/2020 bis 024/2020, die CEN-Umfrage zu dem Europäischen Norm-Entwurf prEN 4827 eingeleitet. Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grundlage der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung die im Prozess nachfolgende Formelle Abstimmung auf Beschluss des Technischen Komitees übersprungen werden kann, wenn die Ergebnisse der Abstimmung im Technischen Komitee zusammen mit denen der CEN-Umfrage positiv sind.

Somit könnte das Dokument in diesem Fall direkt im Anschluss in die Veröffentlichung gehen.

Entsprechend Beschluss 57/9 des Technischen Ausschusses des Beirats des DIN-Normenausschusses Luft- und Raumfahrt (NL) sind die europäischen Luft- und Raumfahrt-Normungsergebnisse zweisprachig, in Deutsch und Englisch, in das Deutsche Normenwerk zu überführen. Aus diesem Grund wird die Norm beide Sprachfassungen enthalten.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 4827:2019-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die normativen Verweisungen wurden aktualisiert;
- b) in 3.2.4 wurde Bild 1 ergänzt;
- c) Abschnitt 6 „Ingenieurtechnische Anforderungen“ wurde in die neuen Abschnitte 6 „Anforderungen an Prüfmuster“ und 7 „Anforderungen an Teile“ umstrukturiert;
- d) das Bauteil betreffende Anforderungen wurden in die Tabellen 3 bis 8 aufgenommen;
- e) in die Tabellen 3 bis 5 wurden Anforderungen für die Qualifizierung von Prüfmustern aufgenommen;
- f) in die Tabellen 6 bis 8 wurden Anforderungen für zyklische Tests aufgenommen;
- g) Anhang A wurde umbenannt;
- h) in Tabelle A.1 wurden Änderungen zu den Punkten „optische Erscheinung“, „anodische Schichtdicken“, „Korrosionswiderstand“ und „Haftfestigkeit von Lackierungen“ vorgenommen;
- i) Anhang B wurde umbenannt;

- j) in Tabelle B.1 wurden Änderungen zu den Punkten „optische Erscheinung“, „anodische Schichtdicken“, „Korrosionswiderstand“ und „Haftfestigkeit von Lackierungen“ vorgenommen;
- k) die Tabelle C.1 wurde eingefügt;
- l) in Tabelle D.1 wurden Änderungen zum Punkt „optische Erscheinung“ vorgenommen;
- m) die Norm wurde redaktionell überarbeitet.

— Leerseite —

<i>Titel de:</i>	Luft- und Raumfahrt — Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen ohne hexavalentes Chrom
<i>Titel en:</i>	Aerospace series — Hexavalent chromium free anodizing of aluminium and aluminium alloys
<i>Titel fr:</i>	Série aérospatiale — Anodisation sans chrome hexavalent de l'aluminium et des alliages d'aluminium

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
3.1 Allgemeine Begriffe	7
3.2 Technische Begriffe	7
4 Allgemeine Grundsätze des Verfahrens	9
4.1 Zweck des Verfahrens	9
4.2 Anwendbarkeit	9
4.2.1 Typ A: Anodisieren ohne Nachverdichten	9
4.2.2 Typ B: Anodisieren mit Nachverdichten	9
4.3 Einschränkungen	9
4.4 Einteilung	10
4.4.1 Systemtypen	10
4.4.2 Schichtdicken	10
5 Anforderungen an das Verfahren	11
5.1 Angaben für den Bearbeiter	11
5.2 Verfahrensbedingungen	11
5.2.1 Werkzeuge	11
5.2.2 Abdecken	11
5.2.3 Vorbehandlung der Oberfläche	11
5.2.4 Anodisieren	12
5.2.5 Nachbehandlung nach dem Anodisieren	12
5.3 Wasserbeschaffenheit	12
5.3.1 Allgemeines	12
5.3.2 Anodisierbad	13
5.3.3 Nachverdichtung und Färbebeäder	13
5.3.4 Abschließendes Spülbad	13
5.4 Periodische chemische Analyse des Bades	13
5.5 Reanodisieren	13
6 Anforderungen an Probekörper	13
6.1 Definition der Probekörper	13
6.1.1 Allgemeines	13
6.1.2 Für die Qualifizierung	14
6.1.3 Für periodische Prüfungen	14
6.2 Prüfungen für die Qualifizierung	19
6.3 Periodische Prüfungen	19
7 Anforderungen an Bauteile	20
7.1 Zustand der Teile vor der Behandlung	20
7.2 Prüfungen vor der Behandlung	20
7.3 Prüfungen während der Behandlung	20
7.4 Prüfungen an Teilen nach dem Anodisieren	20
8 Qualitätssicherung	20
8.1 Anerkennung des Verfahrens	20

8.2	Allgemeine Hinweise.....	21
8.3	Qualifizierungsverfahren.....	21
Anhang A (normativ) Prüfung an Probekörpern zur Qualifizierung.....		22
Anhang B (normativ) Periodische Prüfungen an Proben.....		27
Anhang C (normativ) Anforderungsniveaus an die Korrosionsbeständigkeit des Dünnschicht- Anodisierens von unlackierten Probekörpern		31
Anhang D (normativ) Prüfungen an Teilen		32
Anhang E (normativ) Farbtropfentest.....		33
E.1	Farbtropfen.....	33
E.2	Farbstofflösung A	33
E.3	Farbstofflösung B	33
Anhang F (informativ) Übersicht der Änderungen zur Vorgängerversion.....		35

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 4827:2020) wurde vom Verband der Europäischen Luft-, Raumfahrt- und Verteidigungsindustrie – Normung (ASD-STAN) erstellt.

Nachdem Umfragen und Abstimmungen entsprechend den Regeln dieses Verbandes durchgeführt wurden, hat dieses Dokument die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN 4827:2019 ersetzen.

Die wesentlichen Änderungen im Vergleich zur Vorgängerausgabe sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

prEN-/EN-Nummer	Ausgabe	Veröffentlichungsdatum	Eingeführte Änderungen
4827	1	01/2015	—
	2	05/2018	Siehe Tabelle C.1 der 2. Ausgabe von EN 4827.
	3	Xx/2020	<u>Gesamtes Dokument:</u> — Änderung der Formatierung und einiger Begriffe innerhalb dieses Dokuments, einschließlich der folgenden. — Vorheriger Anhang A „Ingenieurtechnische Anforderungen“ wurde im Sinne größerer Klarheit umbenannt in „Prüfung an Probekörpern zur Qualifizierung“. — Vorheriger Anhang B „Qualitätsanforderungen“ wurde im Sinne größerer Klarheit umbenannt in „Periodische Prüfungen an Proben“.- Innerhalb des Dokuments wurden Anforderungen an Probekörper (Abschnitt 6) und Anforderungen an Bauteile (Abschnitt 7) im Sinne größerer Klarheit in zwei separate Abschnitte geteilt. — Anforderungen an Werkstoff, Anzahl, Maße und Analysehäufigkeit der Probekörper sind in den Tabelle 3 bis Tabelle 8 aufgeführt. <u>3.2.4 – Pit:</u> — Ergänzung von Bild 1. <u>Tabelle 3 bis Tabelle 5:</u> — Änderungen und Ergänzung der Anforderungen an die Definition der Probekörper zur Qualifizierung.

prEN-/EN-Nummer	Ausgabe	Veröffentlichungsdatum	Eingeführte Änderungen
			<u>Tabelle 6 bis Tabelle 8:</u> — Änderungen und Ergänzung der Anforderungen an die Definition der periodischen Prüfungen.
			<u>Tabelle A.1 - Prüfung an Probekörpern zur Qualifizierung:</u> — Hauptsächlich Änderungen betreffen äußere Beschaffenheit, anodische Schichtdicke, Korrosionsbeständigkeit, Haftfestigkeit der Lackierung. — Es fehlte die Qualität der Nachverdichtung. — Ergänzung von Anforderungsniveaus an die Korrosionsbeständigkeit des Dünnschicht-Anodisierens von unlackierten Probekörpern (Tabelle C.1).
			<u>Tabelle B.1 - Periodische Prüfungen an Proben:</u> — Hauptsächlich Änderungen betreffen äußere Beschaffenheit, anodische Schichtdicke, Korrosionsbeständigkeit, Haftfestigkeit der Lackierung. — Ergänzung von Anforderungsniveaus an die Korrosionsbeständigkeit des Dünnschicht-Anodisierens von unlackierten Probekörpern (Tabelle C.1).
			<u>Tabelle C.1. - Anforderungsniveaus an die Korrosionsbeständigkeit des Dünnschicht-Anodisierens von unlackierten Probekörpern:</u> — Ergänzung von Tabelle C.1.
			<u>Tabelle D.1 - Mindestprüfungen nach dem Anodisieren zur Annahme der Teile:</u> Änderungen der äußeren Beschaffenheit.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Anforderungen für das Chrom-VI-freie Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen zum Schutz vor Korrosion sowie zum Kleben und Lackieren fest.

Das Hartanodisieren und das Anodisieren mithilfe von Plasmaelektrolyten (Mikro-Lichtbogen-Oxidation) werden von dieser Europäischen Norm nicht abgedeckt.

Zweck dieses Dokuments ist die Vorgabe von Leistungs-, Qualitäts- und Herstellungsanforderungen. Es stellt keine vollständigen innerbetrieblichen Prozessanweisungen zur Verfügung; diese sind in den ausführlichen Prozessanweisungen der Bearbeiter angegeben.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 2284, *Luft- und Raumfahrt — Schwefelsäure-Anodisieren von Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen*

EN 3665, *Luft- und Raumfahrt — Prüfverfahren für Anstrichstoffe — Prüfung der Beständigkeit gegen Filiformkorrosion von Aluminiumlegierungen*

EN 4704, *Luft- und Raumfahrt — Weinsäure-Schwefelsäure-Anodisieren (TSA) von Aluminium und Aluminium-Knetlegierungen für den Korrosionsschutz und zur Vorbehandlung*

EN 4707, *Luft- und Raumfahrt — Saures Beizen von Aluminium und Aluminiumlegierungen ohne hexavalentes Chrom*

EN 6072, *Luft- und Raumfahrt — Metallische Werkstoffe — Prüfverfahren — Ermüdungstest mit konstanter Amplitude*

EN ISO 1463, *Metall- und Oxidschichten — Schichtdickenmessung — Mikroskopisches Verfahren (ISO 1463)*

EN ISO 2085, *Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen — Prüfung der Kontinuität dünner anodisch erzeugter Oxidschichten — Kupfersulfatversuch (ISO 2085)*

EN ISO 2360, *Nichtleitende Überzüge auf nichtmagnetischen metallischen Grundwerkstoffen — Messen der Schichtdicke — Wirbelstromverfahren (ISO 2360)*

EN ISO 2376, *Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bestimmung der Durchschlagsspannung und Spannungsfestigkeit*

EN ISO 2409, *Beschichtungsstoffe — Gitterschnittprüfung (ISO 2409)*

EN ISO 2812-2, *Beschichtungsstoffe — Bestimmung der Beständigkeit gegen Flüssigkeiten — Teil 2: Verfahren mit Eintauchen in Wasser*

EN ISO 9220, *Metallische Überzüge — Messung der Schichtdicke — Verfahren mit Rasterelektronenmikroskop (ISO 9220)*

EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227)*

EN ISO 10289, *Verfahren zur Korrosionsprüfung von metallischen und anderen anorganischen Überzügen auf metallischen Grundwerkstoffen — Bewertung der Proben und Erzeugnisse nach einer Korrosionsprüfung*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1 Allgemeine Begriffe

3.1.1

Originalgerätehersteller

Hersteller, der die verantwortliche Entwicklungsstelle ist und Hersteller von Komponenten oder Produkten, die von einem Unternehmen gekauft und unter dem Markennamen dieses einkaufenden Unternehmens in den Handel gebracht werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Originalgerätehersteller kann den Prozess auch anwenden.

3.1.2

Hersteller

Firma oder Person, die Komponenten herstellt, fertigt, zusammenbaut

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Hersteller kann den Prozess auch anwenden.

3.1.3

Bearbeiter

Unternehmen oder Person, das (die) den Prozess anwendet

3.1.4

Prozessanweisung

Dokument, das die Anwendungsbereiche, den genauen Prozess (die wesentlichen Parameter, die einzelnen Schritte usw.), das Qualitätsmanagement, Umwelt- und Sicherheitsvorschriften usw. beschreibt

3.1.5

Los

falls nicht anders festgelegt, besteht es aus Teilen gleicher Art (d. h. Form, Größe, Werkstoff), die gleichzeitig im selben Bad behandelt wurden

3.2 Technische Begriffe

3.2.1

Deanodisieren

Prozess zum Entfernen von anodisch erzeugtem Oxid

3.2.2

Beizbast

Ablagerung von Legierungsbestandteilen (z. B. Cu, Fe, Zn, Si) auf der Oberfläche von Teilen nach einem Prozess, üblicherweise nach dem alkalischen Beizvorgang

3.2.3

MDL, en: Mechanically Disturbed Layer

Schicht an der Oberfläche, die im Werkstoff durch den Walzprozess erzeugt wird

3.2.4

Pit

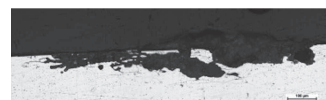
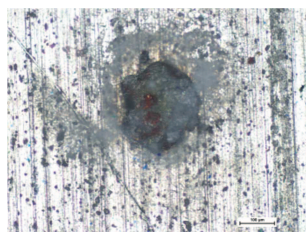
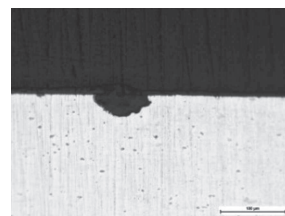
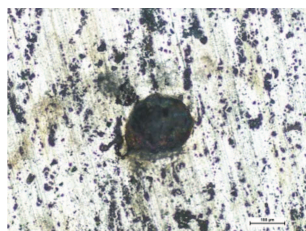
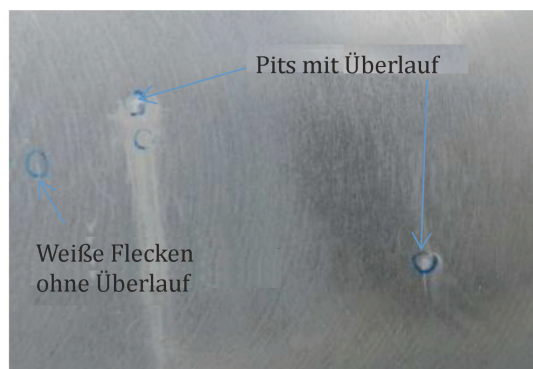
Oberflächenkorrosionsfehler, an dem die anodische Beschichtung durchdrungen und/oder perforiert wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Typische Eigenschaften von Korrosionspits sind:

- runde, unregelmäßige oder längliche Geometrie;
- schweifartige, gerade oder ringförmige Kontur innerhalb der Vertiefung;
- einige Korrosionsnebenprodukte innerhalb von Pits (auf Aluminium kann das Nebenprodukt körnig, pulverig oder amorph und weiß, grau oder schwarz sein).

Um als Korrosionspit angesehen zu werden, muss eine Vertiefung mindestens zwei der vorstehend angegebenen Eigenschaften aufweisen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Siehe Bild 1.



Beispiel für Korrosionspits auf einer Aluminiumlegierung, nachdem diese einem neutralen Salzsprühnebel (NSS; en: neutral salt spray) ausgesetzt wurde

Beispiele für die Analyse von Korrosionspits auf bearbeiteter Aluminiumlegierung 2024 T351 und beschichteter Aluminiumlegierung 2024 T3, die mit Schwefelsäure-Anodisieren behandelt wurden

Bild 1 — Beispiel für Korrosion auf einer Aluminiumlegierung, nachdem diese einem Salzsprühnebel ausgesetzt wurde

3.2.5

Reanodisieren

Wiederholung der Anodisierungsstufe nach vollständigem Deanodisieren

3.2.6

Nachverdichtung

chrom-VI-freie Nachverdichtung (der anodisierten Schichten) wird angewendet, um die beim Anodisierungsprozess entstandenen Poren zu verschließen

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie erfolgt üblicherweise in einem Bad mit heißem vollentsalzten Wasser mit oder ohne Zusatzstoffe(n) bei unterschiedlichen Temperaturen. Die Nachverdichtung erhöht die Korrosionsbeständigkeit des anodisch erzeugten Überzugs.

4 Allgemeine Grundsätze des Verfahrens

4.1 Zweck des Verfahrens

Anodisieren ist ein spannungsgesteuertes, elektrochemisches Verfahren, bei dem die Umwandlung der Oberfläche des Aluminiums (und seiner Legierungen) in eine nanoporöse und amorphe Oxidschicht aus einer Aluminiumoxid-ähnlichen Struktur ermöglicht wird. Das Ziel dieser Behandlung besteht darin, den Korrosionsschutz sicherzustellen und/oder diese Schicht als Haftgrundlage vor dem Kleben oder Lackieren anzuwenden. Für das Aufbringen des Korrosionsschutzes (mit oder ohne Lackieren oder Kleben) wird diese Anodisierschicht üblicherweise nachverdichtet; diese Anodisierschicht braucht nicht nachverdichtet zu werden, wenn das Teil geklebt oder lackiert wird.

4.2 Anwendbarkeit

4.2.1 Typ A: Anodisieren ohne Nachverdichten

Dieser Typ muss entweder als Oberflächenvorbereitung vor dem Aufbringen der Lackierung/Klebung oder jeder anderen Nachbehandlung angewendet werden.

4.2.2 Typ B: Anodisieren mit Nachverdichten

Dieser Typ dient dem Korrosionsschutz. Er muss mit oder ohne Einfärbung und mit oder ohne zusätzliche Lackierung angewendet werden.

Tabelle 1 — Verschiedene Einsatzfälle

	Ohne Nachverdichten (Typ A)			Mit Nachverdichten (Typ B)	
	Nicht lackiert	Lackiert	Klebung (strukturell)	Nicht lackiert	Lackiert
Schwefelsäure-Anodisieren (SAA) EN 2284	nicht anzuwenden	anzuwenden	nicht anzuwenden	anzuwenden	anzuwenden
Dünnschicht-Anodisieren mit Schwefelsäure (TFSA)					
Weinsäure-Schwefelsäure-Anodisieren (TSA) EN 4704					
Bor-Schwefelsäure-Anodisieren (BSAA)			anzuwenden	nicht anzuwenden	nicht anzuwenden
Phosphorsäure-Anodisieren (PAA)					
Schwefel-Phosphorsäure-Anodisieren (PSA)					

4.3 Einschränkungen

Alle Verfahren, durch die der anodisch erzeugte Überzug beeinträchtigt werden kann, wie Formgebung und Wärmebehandlung, müssen vor der Oberflächenvorbehandlung der zu anodisierenden Teile durchgeführt werden.

Die Anodisierung darf nicht angewendet werden:

- in Zonen/Bereichen mit elektrischer Leitfähigkeit;
- bei Rohren, Leitungen und Öffnungen mit einem Länge-Durchmesser-Verhältnis größer als 10 : 1 (außer es wird eine spezielle Kathode angewendet);
- bei Hohlräumen mit einem Länge-Durchmesser-Verhältnis größer als 5 : 1;
- bei Teilen oder Baugruppen (z. B. punktgeschweißt und genietet), in denen Behandlungslösungen dauerhaft eingeschlossen werden können;
- bei Bauteilen, in denen Behandlungslösungen dauerhaft eingeschlossen werden können, ausgenommen sind Bauteile, die angemessen abgedeckt werden können.

ANMERKUNG Die Bildung einer Oxidschicht beeinflusst die Maße des Teils und muss bei Teilen mit engem Toleranzbereich berücksichtigt werden.

4.4 Einteilung

4.4.1 Systemtypen

Die Anodisierschicht wird in folgende zwei Typen eingeteilt:

- Typ A: Anodisieren ohne Nachverdichten: Dieser Typ muss zur Vorbereitung der Oberfläche vor dem Aufbringen der Lackierung/Klebung oder jeder anderen Nachbehandlung verwendet werden.
- Typ B: Anodisieren mit Nachverdichten: Dieser Typ dient dem Korrosionsschutz. Er muss mit oder ohne Einfärbung und mit oder ohne zusätzliche Lackierung angewendet werden.

4.4.2 Schichtdicken

Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 — Schichtdicken entsprechend dem Klassentyp

Klassentyp	Typische Dicke	Anodisierprozess
Klasse 1	$\leq 1 \mu\text{m}$	Phosphorsäure-Anodisieren (PAA) Schwefel-Phosphorsäure-Anodisieren (PSA) ^a
Klasse 2	2 μm bis 8 μm ^{b, c}	Weinsäure-Schwefelsäure-Anodisieren (TSA) Bor-Schwefelsäure-Anodisieren (BSAA) Dünnschicht-Anodisieren mit Schwefelsäure (TFSAA)
Klasse 3	8 μm bis 25 μm	Schwefelsäure-Anodisieren (SAA)
^a $\leq 5 \mu\text{m}$ für einige Aluminiumlegierungen, die zwischen Bearbeiter und Originalgerätehersteller/Hersteller vereinbart wurden. ^b Für Knetlegierungen. ^c Höchstens 12 μm für Gussstücke.		

5 Anforderungen an das Verfahren

5.1 Angaben für den Bearbeiter

- Bezeichnung des Typs und der Klasse;
- Standardreferenz des Substrats und der Wärmebehandlung;
- zu anodisierende Bereiche;
- Messpunkte bezüglich der Dicke der Anodisierschicht;
- elektrische Kontaktpunkte oder Bereiche, in denen diese nicht zulässig sind;
- Festlegung hinsichtlich des Prüfens an Teilen und/oder Proben.

5.2 Verfahrensbedingungen

5.2.1 Werkzeuge

Die Werkzeuge, Schienen, elektrischen Kontaktsysteme und Abdeckwerkzeuge aus Metall müssen frei von Oxidation/Korrosion oder anderen Schäden sein, die während der Anwendung die Behandlung beeinträchtigen können. Die Gestelle und Werkzeuge für die Teile müssen so ausgeführt und eingestellt sein:

- dass vermieden wird, dass Luft oder Behandlungslösung in den Teilen bleibt;
- dass Neutralisieren und Entfernen von Lösungen während der Spülvorgänge erleichtert werden;
- die elektrischen Kontakte müssen für den bestimmungsgemäßen Stromdurchgang in einem guten Zustand gehalten werden;
- die elektrischen Kontaktpunkte sollten zwischen dem Bearbeiter und Originalgerätehersteller/Hersteller festgelegt werden;
- der Kontakt wird vorzugsweise an mehreren Stellen hergestellt, um eine bessere Stromverteilung sicherzustellen;
- jeglicher versehentliche Kontakt zwischen den zu behandelnden Teilen und der Badausrüstung oder den Elektroden und zwischen den unterschiedlich Teilen muss während des gesamten Verfahrens vermieden werden;
- die Aufhängevorrichtungen (z. B. aus Aluminiumlegierung oder Titan) müssen einen wirksamen elektrischen Kontakt mit den Teilen herstellen.

5.2.2 Abdecken

Vor dem Abdecken müssen die Teile zumindest entfettet werden.

Die Bereiche der Teile, die nicht beschichtet werden dürfen, müssen mit einem geeigneten Werkstoff abgedeckt werden.

5.2.3 Vorbehandlung der Oberfläche

Eine Vorbehandlung der Oberfläche bedeutet jegliche Verfahren anzuwenden, die in der Lage sind, alle Oberflächenverunreinigungen vollständig zu beseitigen.

Bei einer chemischen Vorbehandlung muss als letzter Arbeitsvorgang vor dem Anodisieren ein saures Beizen (Dekapieren), vorzugsweise chromatfrei, vorgenommen werden.

Das Anodisieren muss unmittelbar nach dem Beizen durchgeführt werden (nach Norm EN 4707 zum Beizen von Aluminium und Aluminiumlegierungen).

5.2.4 Anodisieren

Während des Anodisierens:

- muss der Abstand zwischen der Elektrode und dem (den) Teil(en) und zwischen den Teilen so festgelegt werden, dass eine Beschädigung der Teile durch Kurzschlüsse und Lichtbogenentladungen vermieden wird;
- sollten die Teile vollständig eingetaucht werden;
- dürfen die Teile keiner Zug-, Biege- und Torsionsspannung oder anderen Beanspruchungen ausgesetzt werden;
- muss der Prozess so ablaufen, dass die Teile zwischen den einzelnen Prozessstufen feucht bleiben;
- müssen die Parameter für das Anodisieren (Temperatur, Spannung, Zeit) entsprechend der chemischen Badzusammensetzung an den Werkstoff angepasst sein;
- muss im Falle eines Reanodisierens der frühere Schutz vorher vollständig (chemisch oder mechanisch) entfernt werden (siehe 5.4).

5.2.5 Nachbehandlung nach dem Anodisieren

Nach dem Anodisieren:

- müssen die Teile hinreichend mit Wasser nach 5.3.4 gespült werden;
- müssen die Teile anschließend entweder:
 - unmittelbar danach getrocknet und innerhalb von 16 h lackiert werden; diese Zeit kann entsprechend den Anforderungen der Originalgerätehersteller/Hersteller verlängert werden. In diesem Fall ist es empfehlenswert, dass der Umgang der nach dem Anodisieren erhaltenen Teile mithilfe von Handschuhen erfolgt;
 - unmittelbar danach getrocknet und innerhalb von 8 h geklebt werden; diese Zeit kann entsprechend den Anforderungen der Originalgerätehersteller/Hersteller verlängert werden. In diesem Fall ist es empfehlenswert, dass der Umgang der nach dem Anodisieren erhaltenen Teile mithilfe von Handschuhen erfolgt;
 - mit chrom-VI-freier Lösung nachverdichtet werden, um die gewünschte Korrosionsbeständigkeit des anodisch erzeugten Überzugs zu erhalten.

5.3 Wasserbeschaffenheit

5.3.1 Allgemeines

Jegliches zum Ansetzen des Bades und darüber hinaus im Anodisierbad, für den abschließenden Spülschritt sowie für das Nachverdichtungsverfahren verwendete Wasser muss vollentsalzt sein.

5.3.2 Anodisierbad

Das Wasser muss folgende Anforderungen erfüllen:

- pH-Wert bei 25 °C: 5,0 bis 8,0
- Trockenrückstand [mg/l]: ≤ 5
- Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: ≤ 20

5.3.3 Nachverdichtung und Färbebäder

Das Wasser muss folgende Anforderungen erfüllen:

- pH-Wert bei 25 °C: 5,0 bis 8,0
- Trockenrückstand [mg/l]: ≤ 5
- Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: ≤ 20
- Silikatgehalt [mg/l]: ≤ 1

5.3.4 Abschließendes Spülbad

Das Wasser muss folgende Anforderungen erfüllen:

- pH-Wert bei 25 °C: 5,0 bis 8,0
- Trockenrückstand [mg/l]: ≤ 5
- Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: ≤ 20

5.4 Periodische chemische Analyse des Bades

Die Zusammensetzung der Bäder muss innerhalb der Grenzwerte liegen, wie in den genauen Prozessanweisungen der Bearbeiter festgelegt. Die Analysenhäufigkeit muss festgelegt werden, wobei die Alterung, die Verunreinigung sowie die Wirksamkeit der Bäder, die Fertigungsgeschwindigkeit und das Neueinstellen oder das Wiedereinfüllen der Bäder zu berücksichtigen sind.

5.5 Reanodisieren

Jegliches Reanodisieren muss zwischen dem Bearbeiter und Originalgerätehersteller/Hersteller vereinbart werden.

6 Anforderungen an Probekörper

6.1 Definition der Probekörper

6.1.1 Allgemeines

Falls nicht anders vom Originalgerätehersteller/Hersteller festgelegt, erlaubt die Qualifizierung die Behandlung jeglicher Typen von Aluminiumlegierungen.

6.1.2 Für die Qualifizierung

Siehe Tabelle 3 für Klasse 1: PAA, PSA.

Siehe Tabelle 4 für Klasse 2: TFSAA, TSA, BSAA.

Siehe Tabelle 5 für Klasse 3: SAA.

6.1.3 Für periodische Prüfungen

Siehe Tabelle 6 für Klasse 1: PAA, PSA.

Siehe Tabelle 7 für Klasse 2: TFSAA, TSA, BSAA.

Siehe Tabelle 8 für Klasse 3: SAA.

Tabelle 3 — Definition der Probekörper zur Qualifizierung (Klasse 1: PAA, PSA)

Eigenschaft		Proben		
		Werkstoff	Anzahl	Maß
äußere Beschaffenheit		X	X	X
anodische Schichtdicken		X	X	X
Qualität der Nachverdichtung		NA	NA	NA
Korrosions- beständig- keit	mit heißem Wasser verdichtet			
	mit heißem Wasser und Additiven verdichtet			
	in 2 Schritten verdichtet: 1. Schritt verdichtet mit Inhibitoren - 2. Schritt verdichtet mit heißem Wasser			
	lackiert	X	X	X
Haftfestigkeit der Lackierung		X	X	X
Ermüdungsverhalten		X	X	X
Klebeverhalten		X	X	X
Legende X: nach Originalgerätehersteller-/ Hersteller-Vorgaben. NA: nicht anzuwenden.				

Tabelle 4 — Definition der Probekörper zur Qualifizierung (Klasse 2: TFSAA, TSA, BSAA)

Eigenschaft		Proben		
		Werkstoff	Anzahl	Maß
äußere Beschaffenheit		X	alle Proben	X
anodische Schichtdicken		X		X
Schichtgewicht		Blech der Legierung 2024 T3	1 Probe	X
Qualität der Nachverdichtung (wenn sie nicht vom Originalgerätehersteller/Hersteller gefordert wird)		X	alle Proben	X
Korrosionsbeständigkeit	mit heißem Wasser verdichtet	X	— 5 Probekörper je Werkstoffgüte für die Prüfungen der Korrosionsbeständigkeit, die durch den Bearbeiter durchgeführt werden. Und falls nichts anderes mit dem Originalgerätehersteller/Hersteller vereinbart wurde: — 5 Probekörper je Werkstoffgüte für die Prüfungen der Korrosionsbeständigkeit, die durch den Originalgerätehersteller/Hersteller oder ein anerkanntes Laboratorium durchgeführt werden.	Mindestoberfläche 1 dm ²
	mit heißem Wasser und Additiven verdichtet	X		
	in 2 Schritten verdichtet: 1. Schritt verdichtet mit Inhibitoren - 2. Schritt verdichtet mit heißem Wasser	X		
	lackiert	X	Für die Prüfungen der Korrosionsbeständigkeit werden die 6 Probekörper je Güte wie folgt aufgeteilt: — 3 Probekörper je Güte für die Filiformkorrosionsprüfungen, die durch den Bearbeiter durchgeführt werden; und — 3 Probekörper je Güte für die Filiformkorrosionsprüfungen, die durch den Originalgerätehersteller/Hersteller oder ein anerkanntes Laboratorium durchgeführt werden.	
Haftfestigkeit der Lackierung		X	Für die Prüfungen der Haftfestigkeit (trocken und nass) werden 4 Probekörper je Güte und Prüfung wie folgt aufgeteilt: — 2 Probekörper je Güte und Prüfungstyp für den Bearbeiter; und — 2 Probekörper je Güte und Prüfungstyp für den Originalgerätehersteller/Hersteller oder ein anerkanntes Laboratorium.	X

Eigenschaft	Proben		
	Werkstoff	Anzahl	Maß
Ermüdungsverhalten	X	X	X
Klebeverhalten	NA	NA	NA
Legende X: nach Originalgerätehersteller-/ Hersteller-Vorgaben. NA: nicht anzuwenden.			

Tabelle 5 — Definition der Probekörper zur Qualifizierung (Klasse 3: SAA)

Eigenschaft		Proben		
		Werkstoff	Anzahl	Maß
äußere Beschaffenheit		X	X	X
anodische Schichtdicken		X	X	X
Qualität der Nachverdichtung (wenn sie nicht vom Original- gerätehersteller-/Hersteller gefordert wird)		X	alle Proben	X
Korrosions- beständig- keit	mit heißem Wasser verdichtet	X	X	Mindestoberfläche 1 dm ²
	mit heißem Wasser und Additiven verdichtet	X	X	
	in 2 Schritten verdichtet: 1. Schritt verdichtet mit Inhibitoren - 2. Schritt verdichtet mit heißem Wasser	X	X	
	lackiert	X	X	
Haftfestigkeit der Lackierung		X	X	X
Ermüdungsverhalten		X	X	X
Klebeverhalten		X	X	X
Legende X: nach Originalgerätehersteller-/ Hersteller-Vorgaben. NA: nicht anzuwenden.				

Tabelle 6 — Definition der periodischen Prüfungen (Klasse 1: PAA, PSA)

Eigenschaft		Proben			
		Analysenhäufigkeit	Werkstoff	Anzahl	Maß
äußere Beschaffenheit		100 %	X	alle Proben	X
anodische Schichtdicken		einmal je Fertigungslos	X	mindestens eine Probe ^a	X
Kontinuität der Schicht			X		X
Korrosionsbeständigkeit	mit heißem Wasser verdichtet	NA	NA	NA	NA
	mit heißem Wasser und Additiven verdichtet				
	in 2 Schritten verdichtet: 1. Schritt verdichtet mit Inhibitoren - 2. Schritt verdichtet mit heißem Wasser				
	lackiert	X	X	X ^a	X
Haftfestigkeit der Lackierung		X	X	X ^a	X
Klebeverhalten		X	X	mindestens eine Probe ^a	X
Legende					
X: nach Originalgerätehersteller-/ Hersteller-Vorgaben.					
NA: nicht anzuwenden.					
^a Für eine Analysenhäufigkeit von einmal pro Monat werden mindestens drei Proben empfohlen.					

Tabelle 7 — Definition der periodischen Prüfungen (Klasse 2: TFSAA, TSA, BSAA)

Eigenschaft		Proben			
		Analysen- häufigkeit	Werkstoff	Anzahl	Maß
äußere Beschaffenheit		100 %	X	alle Proben	X
anodische Schichtdicken		einmal je Fertigungslos	X	mindestens eine Probe ^c	
Kontinuität der Schicht			X		
Qualität der Nachverdichtung (wenn sie nicht vom Original- gerätehersteller/Hersteller gefordert wird)			X	alle Proben ^c	
Korrosions beständig- keit	mit heißem Wasser ver- dichtet	wöchentlich ^a	2024T3 und 7175T6 ^b	eine Probe je Güte ^c	Mindestoberfläche 1 dm²
	mit heißem Wasser und Additiven verdichtet				
	in 2 Schritten verdichtet: 1. Schritt ver- dichtet mit Inhibitoren - 2. Schritt verdichtet mit heißem Wasser				
	lackiert	Filiform- korrosion: vierteljährlich ^a	X	X ^c	
Haftfestigkeit der Lackierung		wöchentlich	X	zwei Proben ^c	X
Klebeverhalten		NA	NA	NA	NA
Legende					
X: nach Originalgerätehersteller-/ Hersteller-Vorgaben.					
NA: nicht anzuwenden.					
^a Die Analysenhäufigkeit kann nach Vereinbarung zwischen dem Bearbeiter und dem Originalgerätehersteller/Hersteller angepasst werden.					
^b 2017A4 kann als Alternative zu 2024T3 verwendet werden, 7075T8 oder 7175T8 kann als Alternative zu 7175T6 verwendet werden.					
^c Für eine Analysenhäufigkeit von einmal pro Monat werden mindestens drei Proben empfohlen.					

Tabelle 8 — Definition der periodischen Prüfungen (Klasse 3: SAA)

Eigenschaft		Proben			
		Analysenhäufigkeit	Werkstoff	Anzahl	Maß
äußere Beschaffenheit		100 %	X	alle Proben	X
anodische Schichtdicken		einmal je Fertigungslos	X	mindestens eine Probe ^c	
Kontinuität der Schicht			X		
Qualität der Nachverdichtung (wenn sie nicht vom Originalgerätehersteller/Hersteller gefordert wird)			X	alle Proben ^c	
Korrosionsbeständigkeit	mit heißem Wasser verdichtet	wöchentlich ^a	2024T3 und 7175T6 ^b	eine Probe je Güte ^c	Mindestoberfläche 1 dm².
	mit heißem Wasser und Additiven verdichtet				
	in 2 Schritten verdichtet: 1. Schritt verdichtet mit Inhibitoren - 2. Schritt verdichtet mit heißem Wasser				
	lackiert				
Haftfestigkeit der Lackierung		X	X	X ^c	X
Klebeverhalten		NA	NA	NA	NA
Legende					
X: nach Originalgerätehersteller-/ Hersteller-Vorgaben.					
NA: nicht anzuwenden.					
^a Die Analysenhäufigkeit kann nach Vereinbarung zwischen dem Bearbeiter und dem Originalgerätehersteller/Hersteller angepasst werden.					
^b 2017A4 kann als Alternative zu 2024T3 verwendet werden, 7075T8 oder 7175T8 kann als Alternative zu 7175T6 verwendet werden.					
^c Für eine Analysenhäufigkeit von einmal pro Monat werden mindestens drei Proben empfohlen.					

6.2 Prüfungen für die Qualifizierung

Siehe Tabelle A.1.

6.3 Periodische Prüfungen

Siehe Tabelle B.1.