

DIN EN 4827



ICS 49.025.20; 49.040

Einsprüche bis 2016-10-19

Entwurf

**Luft- und Raumfahrt –
Hexavalentes chromfreies Anodisieren von Aluminium und
Aluminiumlegierungen;
Deutsche und Englische Fassung FprEN 4827:2016**

Aerospace series –

Hexavalent chromium free anodizing of aluminium and aluminium alloys;

German and English version FprEN 4827:2016

Série aérospatiale –

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

Version allemande et anglaise FprEN 4827:2016

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-08-19 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 des 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, Burggrafenstr. 6, 10787 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 40 Seiten

DIN-Normenausschuss Luft- und Raumfahrt (NL)
DIN-Normenausschuss Beschichtungsstoffe und Beschichtungen (NAB)

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 (FprEN 4827:2016) wurde von ASD-STAN, Fachbereich Werkstoffe und Verfahren, 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).

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 wurde der Deutschen Fassung dieses Dokumentes die Englische Fassung hinzugefügt.

Es wird darauf hingewiesen, dass auf Grund der Verfahrensweise zur Normenerstellung bei ASD-STAN dieser Norm-Entwurf E DIN EN 4827 ausschließlich der formellen Annahme der deutschen Sprachfassung von EN 4827 dienen kann. Im Rahmen dieser Umfrage sind daher ausschließlich redaktionelle Stellungnahmen zur deutschen Übersetzung möglich.

Luft- und Raumfahrt — Hexavalentes chromfreies Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen

Série aéronautique — Anodisation sans chrome hexavalent de l'aluminium et des alliages d'aluminium

Aerospace series — Hexavalent chromium free anodizing of aluminium and aluminium alloys

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: formelle Abstimmung
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.8f

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Zweck des Verfahrens	4
4 Begriffe	6
5 Einteilung der Schutzsysteme	7
6 Anforderungen an das Verfahren	8
7 Ingenieurtechnische Anforderungen	11
8 Qualitätsanforderungen	12
Anhang A (normativ) Ingenieurtechnische Anforderungen	15
Anhang B (normativ) Qualitätsanforderungen	16
Literaturhinweise	19

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (FprEN 4827:2016) 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 diese Norm die Zustimmung der nationalen Verbände und offiziellen Behörden der Mitgliedsländer der ASD erhalten, bevor sie CEN vorgelegt wurde.

Dieses Dokument ist derzeit zur formellen Abstimmung vorgelegt.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen für das Chrom(VI)-freie Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen zum Schutz vor Korrosion sowie zum Kleben und Lackieren fest.

Hartanodisieren wird von dieser Norm nicht abgedeckt.

Zweck dieser Norm ist die Vorgabe von Leistungs-, Qualitäts- und Herstellungsanforderungen. Sie stellt keine vollständigen innerbetrieblichen Verfahrensanweisungen zur Verfügung; diese müssen in den ausführlichen Verfahrensanweisungen des Herstellers angegeben werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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 4707¹⁾ *Luft- und Raumfahrt — Beizen von Aluminium und Aluminiumlegierungen ohne sechswertiges Chrom*

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

EN ISO 2376, *Anodisieren von Aluminium und Aluminiumlegierungen — Bestimmung der elektrischen Durchschlagsspannung (ISO 2376)*

EN ISO 2409, *Beschichtungsstoffe — Gitterschnittprüfung (ISO 2409:2013)*

EN ISO 9227, *Korrosionsprüfungen in künstlichen Atmosphären — Salzsprühnebelprüfungen (ISO 9227:2012)*

3 Zweck des Verfahrens

Anodisieren ist ein spannungsgesteuertes, elektrochemisches Verfahren, bei dem die Umwandlung der Metalloberfläche in eine mikroporöse Aluminiumoxidschicht 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 muss nicht nachverdichtet werden, wenn das Teil geklebt oder lackiert wird.

Diese Spezifikation gilt für Aluminium und Aluminiumlegierungen und üblicherweise für Einzelteile.

1) Veröffentlicht als ASD-STAN-Vornorm zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm. <http://www.asd-stan.org/>

Für den Verschleißschutz geeignetes Hartanodisieren und das Anodisieren mithilfe von Plasmaelektrolyten sind nicht in dieser Spezifikation enthalten.

3.1 Anwendbarkeit

3.1.1 Typ A: Anodisieren ohne Nachverdichten

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

3.1.2 Typ B: Anodisieren mit Nachverdichten

Dieser Typ dient dem Korrosionsschutz. Er muss mit oder ohne Einfärbung und mit zusätzlichem oder ohne zusätzliches Lackieren angewendet werden.

Siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 — Verschiedene Einsatzfälle

	Ohne Nachverdichten (Typ A)			Mit Nachverdichten (Typ B)	
	Nicht lackiert	Lackiert	Geklebt (strukturell)	Nicht lackiert	Lackiert
Schwefelsäure- Anodisieren (SAA) EN 2284	Nicht anwendbar	Anwendbar	Nicht anwendbar	Anwendbar	Anwendbar
Dünnschicht-Anodi- sieren mit Schwefel- säure (TFSAA)					Noch nicht fest- gelegt chromat(IV)-freie s Anodisieren mit Nachverdichten
Weinsäure- Schwefelsäure- Anodisieren (TSA) EN 4704					
Bor-Schwefelsäure- Anodisieren (BSAA)			Nicht anwendbar		
Phosphorsäure- Anodisieren (PAA)					
Schwefel-Phos- phorsäure-Anodi- sieren (PSA)					

3.2 Einschränkungen

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

Die Anodisierung ist nicht anzuwenden:

— 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 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

4.1

Deanodisieren

Prozess zum Entfernen von anodisch erzeugtem Oxid

4.2

Beizbast

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

4.3

MDL

(en: Mechanically Disturbed Layer)

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

4.4

Pit

Loch

Lochfraß

Grübchen

Oberflächenkorrosionsfehler, an dem die anodische Beschichtung durchdrungen wurde. Typische Eigenschaften von Korrosionspits sind:

- eine runde, unregelmäßige oder längliche Geometrie;
- kometenschweifartige, gerade oder ringförmige Kontur innerhalb der Vertiefung;
- einige Korrosionsnebenprodukte innerhalb von Pits (auf Aluminiumproben 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.

4.5

Prozessanweisung

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

4.6

Legierungen

alle Aluminiumlegierungen, die mit dem chromatfreien Anodisierprozess in dem jeweiligen Betrieb behandelt werden

4.7

Reanodisieren

Wiederholung der Anodisierprozessstufe nach vollständigem Deanodisieren

4.8

Nachverdichtung

Sealing

chromatfreie Nachverdichtung (der anodisierten Schichten) wird angewendet, um die beim Anodisierprozess entstandenen Poren zu verschließen. Sie erfolgt üblicherweise in einem Bad mit heißem vollentsalztem Wasser mit oder ohne Zusatzstoffe(n) bei unterschiedlichen Temperaturen. Die Nachverdichtung kann die Korrosionsbeständigkeit des anodisch erzeugten Überzugs erhöhen

4.9

Los

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

5 Einteilung der Schutzsysteme

5.1 Systemtypen

Die Anodisierschicht wird in folgende zwei Typen eingeteilt:

- Typ A: Anodisieren ohne Nachverdichten: Dieser Typ muss zur Vorbereitung der Oberfläche vor dem Lackieren/Kleben 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.

5.2 Schichtdicken

Siehe Tabelle 2.

Tabelle 2 — Schichtdicken entsprechend des Klassentyps

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	Weinsäure-Schwefelsäure-Anodisieren (TSA) Bor-Schwefelsäure-Anodisieren (BSAA) Dünnschicht--Anodisieren mit Schwefelsäure (TFSA)
Klasse 3	8 μm bis 25 μm	Schwefelsäure-Anodisieren (SAA)
^a $\leq 5 \mu\text{m}$ für einige Aluminiumlegierungen, die zwischen Käufer und Lieferanten vereinbart wurden.		

6 Anforderungen an das Verfahren

6.1 Angaben für den Bearbeiter

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

6.2 Zustand der Teile vor der Behandlung

Schweißen, Weich-/Hartlöten, mechanische Behandlungen und Wärmebehandlungen müssen abgeschlossen sein.

- Die Teile müssen frei von Öl, Fett, Anreißfarbe und anderen Oberflächenverunreinigungen sein;
- die Oberfläche muss frei von auf Legierungsbestandteile oder von vorausgehende Prozessen zurückführbare Ablagerungen oder Beizbaste sein, was sich durch die glänzende und gleichmäßige Erscheinung der Oberfläche zeigt;
- die MDL muss entweder durch mechanische oder chemische Verfahren entfernt werden;
- im Falle eines Reanodisierens müssen alle Rückstände vom vorherigen Anodisieren vollständig entfernt werden.

6.3 Verfahrensbedingungen

6.3.1 Werkzeuge

Die Werkzeuge, Schienen, elektrischen Kontaktsysteme und Abdeckwerkzeuge aus Metall müssen frei von 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;
- Neutralisieren und Entfernen von Lösungen während der Spülvorgänge erleichtert werden;
- die elektrischen Kontakte müssen für den bestimmungsgemäßen Stromdurchgang in einem guten Zustand gehalten werden;
- jeglicher versehentlicher Kontakt zwischen den zu behandelnden Teilen und der Badausrüstung oder den Elektroden und zwischen verschiedenen Teilen muss während des gesamten Verfahrens vermieden werden;
- die elektrischen Kontaktpunkte sollten zwischen dem Käufer und Bearbeiter festgelegt werden;

- die Aufhängevorrichtungen (z. B. aus Aluminiumlegierung oder Titan) müssen einen wirksamen elektrischen Kontakt mit den Teilen herstellen;
- der Kontakt wird vorzugsweise an mehreren Stellen hergestellt, um eine bessere Stromverteilung sicherzustellen.

6.3.2 Abdecken

Vor dem Abdecken müssen die Teile mindestens entfettet werden.

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

6.3.3 Vorbehandlung der Oberfläche

Bezüglich der Vorbehandlung der Oberfläche müssen jegliche Verfahren angewendet werden, mit deren Hilfe alle Oberflächenverunreinigungen beseitigt werden können.

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).

6.3.4 Anodisieren

Während des Anodisierens:

- muss der Abstand zwischen dem Teil und der Elektrode so festgelegt werden, dass er ohne Lichtbogen die erforderliche anodische Schichtdicke aufweist;
- 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 (Vorbehandlung, Anodisieren usw.) nicht trocknen (Nass in Nass);
- die Parameter für das Anodisieren (Temperatur, Spannung, Zeit) müssen entsprechend der Badzusammensetzung an den Werkstoff und dessen Anforderungen angepasst sein;
- im Falle eines Reanodisierens muss vorher der frühere Schutz vollständig (chemisch oder mechanisch) entfernt werden (siehe 6.5).

6.3.5 Nachbehandlung nach dem Anodisieren

Nach dem Anodisieren:

- die Teile hinreichend mit Wasser nach 6.4 spülen.
- anschließend die Teile entweder:

- unmittelbar danach trocknen und innerhalb von 16 h lackieren; diese Zeit kann entsprechend den Kundenanforderungen verlängert werden. In diesem Fall ist es empfehlenswert, dass der Umgang der nach dem Anodisieren erhaltenen Teile mithilfe von Handschuhen erfolgt;
- unmittelbar danach trocknen und innerhalb von 8 h kleben; diese Zeit kann entsprechend den Kundenanforderungen verlängert werden. In diesem Fall ist es empfehlenswert, dass der Umgang der nach dem Anodisieren erhaltenen Teile mithilfe von Handschuhen erfolgt;
- mit chromatfreier Lösung nachverdichten, um die gewünschte Korrosionsbeständigkeit des anodisch erzeugten Überzugs zu erhalten.

6.4 Wasserbeschaffenheit

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

6.4.1 Anodisierbad

Das Wasser muss folgende Anforderungen erfüllen:

- pH-Wert bei 25 °C: 5,0 bis 8,0
- Trockenrückstand [mg/l]: ≤ 5
- Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: ≤ 2

6.4.2 Nachverdichten und Färbebäder

Das Wasser muss folgende Anforderungen erfüllen:

- pH-Wert bei 25 °C: 5,0 bis 8,0
- Trockenrückstand [mg/l]: ≤ 5
- Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: ≤ 2
- Silikatgehalt [mg/l]: ≤ 1

6.4.3 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

6.5 Reanodisieren

Einmal Reanodisieren ist zulässig; jegliches weiteres Reanodisieren muss zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.