

---

# Aluminium en Anodiseren

---



**Aluminium**

**en**

**Anodiseren**

**7e<sup>e</sup> uitgave 2011**

(geheel vernieuwde uitgave)



**Stichting Anodiseren**

Einsteinbaan 1  
Postbus 2600  
3430 GA Nieuwegein

telefoon (030) 605 33 44  
fax (030) 605 32 08  
e-mail [stanod@metaalunie.nl](mailto:stanod@metaalunie.nl)  
website [www.stanod.nl](http://www.stanod.nl)

## **Algemeen voorbehoud**

Deze publicatie is vervaardigd in opdracht van de Stichting Anodiseren met het doel algemene voorlichting te geven over geanodiseerd aluminium.

Uit de in deze publicatie vervatte gegevens mag in geen enkel opzicht een conclusie worden getrokken met betrekking tot de garantie, zoals afgegeven door de individuele bij de Stichting Anodiseren aangesloten bedrijven; hiervoor gelden uitsluitend en onverminderd de leverings- en betalingsvoorwaarden van de Stichting, welke op aanvraag worden toegezonden.

De vermelding van bepaalde werkwijze of processen mag niet worden opgevat als toestemming voor het gebruik van een geoctrooieerd industrieel eigendom van de leden van de Stichting Anodiseren of van derden.

De aanbevelingen in deze brochure zijn opgesteld naar de inzichten van dit moment. Daar de Stichting Anodiseren noch controle kan uitoefenen op de hier genoemde producten, noch op de wijze van toepassing daarvan, kan zij niet aansprakelijk worden gesteld voor schade, ontstaan, direct of indirect, bij toepassing van de vermelde werkwijze en/of producten.

### **© 2011 Stichting Anodiseren**

Niets uit deze brochure mag worden veeelvoudigd en / of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het Bestuur van de Stichting Anodiseren.

## Inhoud

1. <i>INLEIDING</i> .....	3
2. <i>ALUMINIUM</i> .....	4
3. <i>GEANODISEERD ALUMINIUM</i> .....	6
4. <i>AANLEVEREN VOOR ANODISEREN</i> .....	11
5. <i>VOORBEHANDELEN VOOR ANODISEREN</i> .....	13
6. <i>HET ANODISEERPROCES</i> .....	16
7. <i>KLEURANODISEREN</i> .....	17
8. <i>SEALEN</i> .....	19
9. <i>BESTELLEN EN CODEREN</i> .....	20
10. <i>VERPAKKEN, TRANSPORT EN OPSLAG</i> .....	25
11. <i>KWALITEITSEISEN</i> .....	27
12. <i>EIGENSCHAPPEN GEANODISEERD ALUMINIUM</i> .....	30
13. <i>BEWERKEN NA ANODISEREN</i> .....	32
14. <i>ONDERHOUD EN LEVENSDUUR</i> .....	35
COLOFON.....	37

# 1. Inleiding

*De Stichting Anodiseren (STANOD) is de branchegroep die staat voor bevordering van het kwaliteits- en kennisniveau binnen de anodiseersector.*

## Stichting Anodiseren – STANOD

De Stichting Anodiseren (STANOD) is in het leven geroepen door de Nederlandse anodiseerbedrijven. Deze hebben het nuttig en nodig geoordeeld samen te werken, zonder daarbij hun onafhankelijkheid te verliezen.

Tot de doelgroep van de STANOD worden bedrijven gerekend die zich, al of niet geïntegreerd, bezig houden met het anodiseren van aluminium of zijn legeringen. Bijna alle Nederlandse anodiseerbedrijven, alsmede aluminium extrusiebedrijven met anodiseercapaciteit, zijn bij de STANOD aangesloten.

Daarnaast kent STANOD begunstigers. Dit zijn bedrijven of instellingen die in voldoende mate betrokken zijn bij het anodiseren van aluminium en zijn legeringen.

Sinds 2002 is STANOD is een branchegroep van de Koninklijke Metaalunie en feitelijk gevestigd in Nieuwegein.

## Wat doet STANOD?

De STANOD is in 1967 in het leven geroepen door de Nederlandse anodiseerbedrijven met als doel het bevorderen van de technische en economische bedrijfsvoering van bedrijven ten aanzien van het anodiseren van aluminium en zijn legeringen.

De STANOD tracht haar doel te verwezenlijken door:

- Het bevorderen van een optimale kwaliteit bij het anodiseren van aluminium en zijn legeringen en van alle bewerkingen die daarmee verband houden;
- Het bevorderen van normalisatie van bewerkingen die het anodiseren van aluminium en zijn legeringen omvatten, dan wel die hiermee verband houden;
- Benoeming respectievelijk voordracht tot benoeming van personen in daarvoor in aanmerking komende besturen en colleges;
- Het samenwerken, met steun van en deelnemen aan andere nationale en internationale verenigingen en organisaties;
- Het doen van onderzoekingen en het houden van samenkomsten ter behandeling van technische en economische aspecten betreffende het anodiseren van aluminium en zijn legeringen;
- Het opstellen van leveringsvoorwaarden die door de bedrijven die het anodiseren van aluminium en zijn legeringen uitvoeren kunnen worden gehanteerd;
- Het voorlichten van afnemers en consumenten over de toepassingsmogelijkheden van geanodiseerd aluminium en zijn legeringen;
- Het bestuderen van de milieuproblematiek om te bevorderen dat door een mogelijke gezamenlijke aanpak oplossingen worden gevonden die voor de bedrijven economisch en maatschappelijk het meest verantwoord zijn;
- Het aanwenden van andere wettige middelen ter verwezenlijking van het doel van de stichting.

Door de leden van de STANOD wordt grote waarde gehecht aan de kwaliteit van het door hen geleverde product. De Stichting Anodiseren is lid van ESTAL (European Surface Treatment on Aluminium) en is licentiehouders van het Qualanod keurmerk. De gehanteerde keuringsmethoden voor in Nederland geleverd anodiseerwerk zijn nauwkeurig omschreven in de Qualanod kwaliteitseisen onder toepassing van de daarin genoemde ISO-normen. Indien voor buitenlandse opdrachtgevers wordt gewerkt zal veelal een buitenlandse norm worden gehanteerd. De meeste buitenlandse normen komen thans ook overeen met de Qualanod kwaliteitseisen.

## 2. Aluminium

### Eigenschappen

Aluminium kent een zeer breed en veelzijdig toepassingsgebied en heeft een plaats verworven in nagenoeg alle industriële sectoren.

Elk metaal heeft eigenschappen, waarom het voor een bepaald doel geschikt is. Bij aluminium is het vooral de *combinatie van eigenschappen* die het geschikt maken voor een grote reeks toepassingen.

### Licht

Aluminium is een zeer licht metaal. Met de dichtheid van  $2,7 \text{ g/cm}^3$  is aluminium 2,5 maal lichter dan staal en behoort daarmee tot de lichtmetalen.

### Sterk

Afhankelijk van de soort legering varieert de sterkte van aluminium. Hierdoor is aluminium geschikt voor veel verschillende toepassingen.

### Corrosiebestendig

Op aluminium vormt zich van nature een beschermende oxidelaag, die door anodiseren nog sterk kan worden verbeterd.

### Reflectievermogen

Aluminium bezit een goed reflectievermogen voor licht, dat door anodiseren kan worden behouden.

### Decoraties

Tijdens het anodiseren kunnen teksten en afbeeldingen in de anodiseerlaag worden aangebracht.

### Kleuren

Tijdens het anodiseren kan het aluminium van een fraaie kleur worden voorzien.

### Goed geleidend

Aluminium is zeer geschikt voor het geleiden van warmte en elektriciteit. De verhouding geleidbaarheid/dichtheid is tweemaal gunstiger dan die voor koper.

### Goed bewerkbaar

Dankzij de uitstekende vervormbaarheid kan aluminium door extruderen en walsen in verschillende vormen worden gebracht.

### Niet-toxisch

Aluminium geeft geen giftige stoffen af en wordt daarom veelvuldig gebruikt voor verpakking van levensmiddelen.

### Aluminium, een probleemloos metaal

Aluminium is, na zuurstof en silicium, een van de meest voorkomende elementen in de aardkorst. Het aluminiumerts, bauxiet, kan op een eenvoudige wijze in dagbouw worden gewonnen. Na de winning van het bauxiet wordt het ontgonnen terrein door herbepanting weer in zijn oude staat teruggebracht, waardoor de milieubelasting wordt verlaagd. Soms wordt op verzoek van de overheid een ander type ecosysteem ingericht, geschikt voor landbouw, veeteelt, recreatie, e.d.

Bij de meeste metalen maakt men eerst uit erts het ruwe metaal dat dan later door raffineren wordt gezuiverd. Bij aluminium gaat men juist omgekeerd te werk. Het bauxiet wordt eerst langs chemische weg (Bayer proces) gezuiverd. Het resultaat is een zeer zuiver sneeuwwit aluminiumoxidepoeder, aluinaarde. Hieruit wordt via elektrolyse (Hall/Heroult proces) zeer zuiver aluminium gewonnen.

Voor het elektrolyseproces van primair aluminium is veel elektrische energie nodig. De vermindering van het energiegebruik en de milieueffecten hiervan is een constante doelstelling van de aluminiumindustrie en komt tot stand door:

- efficiëntere productieprocessen;
- in toenemende mate gebruik te maken van waterkrachtcentrales in plaats van met fossiele brandstoffen gestookte elektriciteitscentrales; omzetting van water in elektriciteit is efficiënter dan het omzetten van fossiele brandstof in elektriciteit;
- hergebruik van aluminium met behoud van kwaliteit; omsmelten vereist slechts 5% van de energie die nodig is voor de productie van primair aluminium. Gebruikt aluminium is voor mer dan 97% recyclebaar.

### **Waarom is aluminium corrosievast?**

Aluminium is een zeer onedel metaal, maar toch heeft aluminium een veel grotere weerstand tegen corrosie dan bijvoorbeeld ijzer. Dat komt omdat aluminium zich bij aanraking met de lucht onmiddellijk bedekt met een uiterst dun en volkomen doorzichtig oxidehuidje, dat echter zo gesloten is, dat het de directe verdere aantasting van het metaal voorkomt.

Als een dergelijke dunne huid, die soms maar vijfhonderdste van een micrometer dik is, reeds een zekere bescherming biedt, dan is het begrijpelijk dat een egale dikkere oxidelaag nog veel beter moet beschermen.

## **Daarom wordt aluminium geanodiseerd.**

## 3. Geanodiseerd aluminium

### Anodiseren

Anodiseren is het langs kunstmatige weg aanbrengen van een functionele en/of decoratieve oxidelaag. Dit oxide is een metaaleigen bescherm laag en is moleculair verbonden met het basismateriaal, resulterend in de best denkbare hechting die mogelijk is. Doordat de laag belangrijk dikker is dan de natuurlijke oxidefilm geeft het daardoor een veel betere corrosieweerstand. Er zijn veel verschillende anodiseerprocessen. Het bekendste en meest toegepaste anodiseerproces is op basis van zwavelzuur. Ook zijn er processen op basis van chroom- en fosforzuur. Door het veranderen van de procesparameters kunnen de eigenschappen van een anodiseerlaag worden beïnvloed. Zo zal het verlagen van de temperatuur van het elektrolyt resulteren in harde slijtvaste lagen.

Het proces kan op diverse metalen worden uitgevoerd, zoals aluminium, magnesium, zink, titaan en tantaal. Het anodiseren van aluminium is veruit de belangrijkste, waardoor met het woord “anodiseren” op zich altijd het anodiseren van aluminium wordt bedoeld.

### Anodiseren is aluminium op het lijf geschreven

Anodiseerlagen:

- zijn mooi;
- blijven jaren mooi;
- verhogen de corrosieweerstand;
- kunnen milieuvriendelijk worden aangebracht;
- kunnen milieuvriendelijk worden gerecycled;
- kunnen met tal van fraaie kleuren worden ‘ingekleurd’;
- kunnen ook ‘zelfkleurend’ zijn;
- kunnen plaatselijk worden ingekleurd (bijvoorbeeld voor de vervaardiging van naamplaten);
- zijn slijtvast;
- zijn elektrisch isolerend;
- kunnen teksten, afbeeldingen, foto’s en zelfs kleurenfoto’s opnemen;
- zijn antistatisch;
- zijn non-stick.

Het resultaat van het anodiseren van aluminium is afhankelijk van:

- de gebruikte aluminiumlegering,
- het toegepaste anodiseersysteem,
- de werkwijze bij het anodiseren,
- de noodzakelijke of gewenste voor- en nabehandelingen.

Door de producenten van aluminium en aluminium halfabrikaten, alsmede door de anodiseerbedrijven, worden deze factoren volledig beheerst, waardoor ze in staat zijn een gelijkblijvend hoog kwaliteitsniveau te leveren en te handhaven. Daarvoor wordt in de meeste anodiseerbedrijven dan ook een systeem van kwaliteitsbeheersing volgens NEN-ISO 9000 gehanteerd.

Sterk, een hoge stijfheid, bestand tegen corrosie en toch licht in gewicht; de voordelen van geanodiseerd aluminium zijn bekend en worden in veel marktsegmenten benut en gewaardeerd. En de toepassingsmogelijkheden nemen nog steeds toe.

Anodiseren is niet moeilijk, goed anodiseren wel en dat vereist kennis, ervaring en vooral zorg. De bij de Stichting Anodiseren aangesloten bedrijven voldoen aan deze eisen.

## Aluminiumlegering

Aluminium komt op de markt als gewalste plaat, geëxtrudeerde profielen, getrokken draad, gietwerk en tal van artikelen, die uit de genoemde materialen zijn vervaardigd.

Aluminium wordt in ongelegeerde toestand niet gebruikt voor constructieve toepassingen hetgeen inhoudt dat aluminium voor constructieve doeleinden altijd gelegeerd wordt met andere elementen. De maximaal haalbare sterkten bedragen hierbij ongeveer 600 MPa. De belangrijkste legeringselementen voor aluminium zijn: Cu, Mn, Mg, Si en Zn.

De codering van aluminiumlegeringen zijn vastgelegd volgens NEN EN 573. De aanduiding begint altijd met de lettercombinatie EN, wat duidt op een Europese norm, na een spatie gevuld door de letters AW of AC. De A duidt op aluminium, terwijl de W (wrought) staat voor een kneedlegering (walsen, extruderen). De C (cast) beschrijft de gietlegeringen.

### Kneedlegeringen

Om een specifieke legering aan te duiden wordt deze combinatie gevuld door 4 cijfers, waarvan het eerste cijfer het voornaamste legeringselement (of -elementen) aangeeft. Het tweede cijfer geeft aan of de legering gemodificeerd is waarbij 0 de oorspronkelijke legering is en elk ander opvolgend cijfer een modificatie voorstelt. Het derde en vierde cijfer vormen een willekeurig getal dat door de fabrikant kan worden bepaald en kenmerkend is voor een bepaalde legering. Hierbij geldt één uitzondering namelijk binnen de 1xxx-serie. Bij ongelegeerd aluminium met maximaal 1% verontreinigingen (1xxx-serie), geven de laatste twee cijfers de zuiverheid van het aluminium weer (de cijfers achter de komma). Zo bevat de 1050 legering 0,5% verontreinigingen (Al 99,50%) en de 1100 legering 1% verontreinigingen (Al 99,00), met andere woorden hoe hoger de laatste twee cijfers des te zuiverder is het aluminium.

hoofdgroep	gelegeerd met	legering
EN AW-1000	ongelegeerd	zuiver, minimaal 99,0%
EN AW-2000	koper	AlCu
EN AW-3000	mangaan	AlMn
EN AW-4000	silicium	AlSi
EN AW-5000	magnesium	AlMg
EN AW-6000	magnesium en silicium	AlMgSi
EN AW-7000	zink	AlZn
EN AW-8000	andere elementen (o.a lithium)	AlLi

De toestand waarin het materiaal zich na warmtebehandeling bevindt wordt aangegeven door een letter gevolgd door één of twee cijfers.



### Gietlegeringen

De codering die voor het aanduiden van gietlegeringen wordt gehanteerd, wijkt op een aantal punten af van de codering voor de kneedlegeringen. Hierdoor is het noodzakelijk enige voorzichtigheid in acht te nemen bij het gebruik van beide systemen. De belangrijkste verschillen worden hierna kort toegelicht.



Gietlegeringen worden aangeduid met vijf cijfers.



Hieronder zijn de belangrijkste gietlegeringsgroepen weergegeven.

legeringsgroep	gelegeerd met	legering
EN AC-21000	koper	G AlCu
EN AC-41000	silicium	G AlSiMgTi
EN AC-42000	silicium	G AlSi7Mg
EN AC-43000	silicium	G AlSi10Mg
EN AC-44000	silicium	G AlSi
EN AC-45000	silicium	G AlSi5Cu
EN AC-46000	silicium	G AlSi9Cu
EN AC-47000	silicium	G AlSiCu
EN AC-48000	silicium	G AlSiCuNiMg
EN AC-51000	magnesium	G AlMg
EN AC-71000	zink	G AlZnMg

### Anodiseerkwaliteit

Afhankelijk van de gekozen legeringsamenstelling ontstaat een ander gedrag van het aluminium. Van legering tot legering kan bij een zelfde anodiseerbewerking ook de anodiseerlaagdikte verschillen. Als men dit geanodiseerde aluminium vervolgens gaat inkleuren met kleurstoffen of metalen wordt een dikkere laag intensiever gekleurd dan een dunnere laag. Als men gekleurd anodiseerwerk bestelt is het daarom belangrijk dat al het materiaal uit de partij van hetzelfde type is.

Niet altijd zijn aluminium platen, profielen of staven gelijkmatig van opbouw. De legeringsamenstelling is niet overal gelijk. Men spreekt dan van segregatie. Deze plaatselijke verschillen uiteten zich na anodiseren als kleurverschillen, veelal in de vorm van langgerekte strepen.

Ook door andere oorzaken, zoals verschil in verwarmingsgraad, verschil in afkoelsnelheid en dergelijke, kunnen kleurverschillen of effectverschijnselen bij het anodiseren ontstaan. Bij ingewikkelde extrusieprofielen kan men dit verschijnsel nogal eens waarnemen.

De structuur van de anodiseerlaag wordt in belangrijke mate bepaald door de structuur van het aluminium. Vooral bij gietwerk, smeedwerk en producten vervaardigd door slagextrusie is dit het geval. Het is daarom wenselijk om bij kritische producten de eisen, gesteld aan de anodiseerlaag, te omschrijven en in overleg met het anodiseerbedrijf de juiste anodiseertechniek te bepalen.

Aluminium in decoratieve anodiseerkwaliteit is ontwikkeld om aan de bovengenoemde moeilijkheden zo goed mogelijk het hoofd te bieden.

Met anodiseerkwaliteit bedoelt men niet dat hier bijzondere legeringen zijn gebruikt. De normale handelslegeringen hebben echter een speciale, zorgvuldige behandeling ondergaan om ze zo goed mogelijk geschikt te maken voor anodiseren.

Mogelijkheden hiervoor zijn bijvoorbeeld:

- het verkrijgen van een zo gelijkmatig mogelijke structuur door een warmtebehandeling;
- het tegengaan van inwalsen of inpersen van verontreinigingen door de wals- of persblokken vooraf schoon te schaven of af te draaien;
- extra reiniging van walsrollen en extrusiematrijzen;
- het beschermen tegen vuil bij transport van wals- of persblokken;
- speciale verpakking van profiel en plaat.

In de meeste gevallen hebben de aluminiumfabrikanten zelf door proeven vastgesteld dat het betreffende materiaal anodiseerbaar is.

De ervaring leert, dat in veel gevallen ook normale handelskwaliteit aluminium goed te anodiseren is. Als in die gevallen echter moeilijkheden optreden kan men nóch op de aluminiumleverancier nóch op het anodiseerbedrijf terugvallen. Voor de hogere prijs die betaald wordt voor decoratieve anodiseerkwaliteit koopt men derhalve een grotere zekerheid. De vraag of duurdere anodiseerkwaliteit moet worden gekocht hangt ook af van de esthetische en technische eisen die men stelt. Opgemerkt kan worden dat aluminium in de zogenaamde CC kwaliteit (Continuous Cast of continu gietwerk) bij het anodiseren moeilijkheden kan geven door een minder fraai uiterlijk.

### Zichtvlakken

Bij veel aluminium voorwerpen, zoals bouwprofielen, zijn er gedeelten die zichtbaar zijn en daarom een fraai uiterlijk moeten hebben en andere gedeelten waarvoor deze eis minder geldt. Behalve een goed uiterlijk geldt voor deze vlakken ook dat ze in het bijzonder aan de eisen moeten voldoen die aan het oppervlak worden gesteld. Daarom is het begrip 'zichtvlak' zoals het in het Nederlands wordt gebruikt, eigenlijk te beperkt. Het gaat niet alleen om het uiterlijk, maar ook om andere eigenschappen zoals corrosieweerstand. In het Duits spreekt men daarom van "bezeichnete Oberfläche" en in het Engels van "significant surface". Dat is het oppervlak van het voorwerp dat aan de gestelde eisen moet voldoen. Men zou kunnen zeggen: het vlak waar het om gaat.

Al bij het ontwerpen van het werkstuk moet met deze zichtvlakken rekening worden gehouden en men moet ervoor zorgen dat deze niet minder geschikt worden voor het anodiseren door vervorming, verwarming, beschadiging en dergelijke. Ook moet aan het anodiseerbedrijf worden bekendgemaakt welke de zichtvlakken van de te behandelen voorwerpen zijn, zodat men er rekening mee kan houden bij het opspannen. Als een mechanische voorbereiding nodig is, zoals slijpen of borstelen, is het veelal voldoende wanneer alleen de zichtvlakken worden behandeld. Sommige gedeelten kunnen eenvoudig niet als zichtvlakken worden behandeld zoals bij het inwendige van kokerprofielen. Hierin ontstaat door afscherming geen anodiseerlaag.

Het is noodzakelijk dat de zichtvlakken op een tekening worden aangeduid, bijvoorbeeld door deze op een doorsnede van een extrusieprofiel met een rode lijn of met een stippellijn aan te geven.

### Gietwerk

Gietwerk kan bij anodiseren vaak moeilijkheden geven:

- Gietstukken zijn vaak poreus. In de poriën kan de anodiseervloeistof (verdund zwavelzuur) binnendringen. Na het anodiseren sijpelt dit weer naar buiten en veroorzaakt witte vlekken.
- Gietwerk bevat vaak silicium, omdat het materiaal daardoor beter vloeit bij het gieten. Door een hoog siliciumgehalte wordt het materiaal bij zwavelzuuranodiseren echter grijs.
- Zandgietwerk bevat vaak grote kristallen. Deze worden bij het anodiseren duidelijk zichtbaar.
- Coquillegietwerk en vooral spuitgietwerk hebben een dichte buitenlaag, maar daaronder is dit soort gietwerk poreus. Als men dit gietwerk bewerkt door draaien, frezen of slijpen, krijgt men problemen, omdat de poriën bloot komen te liggen.

Het verdient aanbeveling bij het anodiseren van gietwerk eerst enige proefstukken te laten behandelen om na te gaan of hiermee geen moeilijkheden optreden. Poreus gietwerk kan eventueel door vacuümdruk impregneren poriedicht gemaakt worden, bij voorkeur na het anodiseren.

## **Samengebouwde voorwerpen**

Voorwerpen, die uit verschillende delen zijn samengebouwd, kunnen bij het anodiseren problemen geven. In dit soort voorwerpen komen vaak nauwe spleten voor, waarin de anodiseervloeistof binnendringt door spoelen niet goed kan worden verwijderd. Aangezien het anodiseren in een zuurbad plaatsvindt kunnen de achterblijvende zuurresten corrosie veroorzaken. Zo moeten in constructies van gelaste buis voldoende grote gaten geboord worden, zodat badvloeistoffen volledig kunnen worden uitgespoeld.

Bij het lassen van aluminium dat later geanodiseerd moet worden, moet er vooral op worden gelet dat het juiste toevoegmateriaal is gebruikt om lelijke kleurverschillen op de lasnaden bij het anodiseren te voorkomen. Ook moet op de juiste temperatuur gelast worden om verkleuring rondom de las te beperken. Het anodiseren van een gelast proefstuk voorafgaand aan de partij verdient aanbeveling. Het anodiseren van gepuntlaste constructies moet worden voorkomen.

Een algemene regel is dat men samengebouwde voorwerpen eerst in onderdelen moet anodiseren en deze daarna pas moet monteren. Lassen achteraf is echter niet mogelijk omdat de anodiseerlaag niet-geleidend is.

Moelijkheden kunnen optreden wanneer de voorwerpen gedeeltelijk uit aluminium en gedeeltelijk uit een ander metaal bestaan (schroeven, bouten, popnagels). Alléén aluminium kan worden geanodiseerd. Andere metalen worden sterk aangetast; het aluminium wordt in die gevallen in het geheel niet geanodiseerd. Moeten dergelijke voorwerpen toch worden geanodiseerd, dan moeten gecompliceerde en dure afdektechnieken worden toegepast en dat is in veel gevallen minder aantrekkelijk. Bij popnagels moet men ervoor zorgen dat vóór het anodiseren de stalen kern verwijderd is.

Geheel uit aluminium bestaande voorwerpen kunnen probleemloos worden geanodiseerd.

## **Maatvoering**

Bij producten voor technische toepassing zal bij het anodiseren de maatvoering veranderen, afhankelijk van het gevraagde anodiseerproces. Het is aan te bevelen hierover te overleggen met het anodiseerbedrijf vóór aanmaak van de producten.

## **Bijzondere anodiseerprocessen**

Er zijn veel bijzondere methoden om te anodiseren. In de vliegtuigbouw wordt bijvoorbeeld chroomzuuranodiseren toegepast vanwege de sterkte.

Een andere bijzondere anodiseermethode is hardanodiseren, waarbij dikke en zeer slijtvaste oxidelagen op technische onderdelen kunnen worden aangebracht. In veel gevallen kunnen hardanodiseerlagen worden gebruikt in plaats van hardchromlagen. Een hardanodiseerlaag heeft zelfs een grotere hardheid dan een hardchromlaag. Toepassingen vindt men in de apparatenbouw, de vliegtuigbouw, de hydrauliek, de pneumatiek, enzovoort. Sommige leden van de Stichting Anodiseren zijn gespecialiseerd in hardanodiseren. Hardanodiseren voor technische toepassingen begint eigenlijk pas bij laagdikten van 35 µm en meer. Deze lagen zijn bovendien veel dichter en ze hebben een grote slijtvastheid. Ze kunnen met grote nauwkeurigheid worden aangebracht. Afhankelijk van de gebruikte legering is het mogelijk een laagdikte tot 300 µm te bereiken.

Ter verbetering van de corrosievastheid alsmede ter verkrijging van zelfsmurende bewegingsmechanismen is technische toepassing van het impregneren met Teflon<sup>®</sup> een bijzondere toepassing.

Door het toepassen van moderne giettechnieken, gecombineerd met de juiste anodiseersystemen kunnen uitstekende anodiseerlagen worden verkregen met een dikte van (soms) meer dan 100 µm en hoge hardheden.

## 4. Aanleveren voor anodiseren

Door het anodiseren blijft het fraaie uiterlijk van aluminium lange tijd onveranderd. Zwavelzuuranodiseerlagen zijn doorschijnend en fouten (onregelmatigheden) in het aluminiumoppervlak kan men er doorheen zien. Voor het beste resultaat is het daarom noodzakelijk dat het materiaal in zo optimaal mogelijke toestand wordt aangeleverd aan het anodiseerbedrijf. Voorbewerkingen, die noodzakelijk zijn en die in hoofdstuk 5 worden besproken, zullen door het anodiseerbedrijf zodanig worden uitgevoerd dat het uiterlijk alleen nog fraaier wordt. Hoe het aluminium wordt aangeleverd aan het anodiseerbedrijf bepaalt voor een groot deel wat eraan moet gebeuren vóór het anodiseren. Het spreekt vanzelf dat hierdoor de behandelingskosten kunnen worden beïnvloed. Zelfs de kwaliteit van het geanodiseerde werk kan in sommige gevallen sterk teruglopen door de slechte wijze van aanleveren van het aluminium.

### Bewerken

Aluminium halffabrikaten zoals plaat, staf, extrusieprofielen en buis worden over het algemeen in een goede oppervlaktestgesteldheid vervaardigd en afgeleverd indien decoratieve anodiseerkwaliteit besteld is. Het is daarom belangrijk dat bij de bewerkingen die het materiaal moet ondergaan ervoor gezorgd wordt dat het oppervlak zo min mogelijk wordt beschadigd.

Het loont de moeite bij de bewerkingen, die het materiaal moet ondergaan, er voor te zorgen dat die goede oppervlaktekwaliteit zo min mogelijk wordt beschadigd.

Daarbij kan gedacht worden aan de volgende punten:

- laat het materiaal niet over elkaar schuiven;
- leg bij stapelen papier, hardboard of hout tussen de onderdelen en verwijder eerst alle bewerkingsspanen;
- voorkom vuil worden;
- pas op voor bramen en verwijder die eerst;
- houd de bedden of werktafels van machine schoon;
- zorg voor een schoon, niet-krassend oppervlak van de werkbanken; leg daar eventueel een afdekking op;
- zorg ervoor dat de gereedschappen scherp, schoon en glad afgewerkt zijn;
- wees ervan overtuigd dat bij het bewerken geen boor- en snijolie of emulsies die corrosie kunnen veroorzaken worden gebruikt.

Nabewerken is soms nodig. Bramen, ontstaan bij snijden, knippen of stansen met onvoldoende scherp gereedschap, moeten worden verwijderd voordat ze schade veroorzaken. Lasnaden moeten soms worden nabewerkt. Het komt regelmatig voor dat de lasnaad dan voldoende glad is gemaakt maar dat het aluminium naast de lasnaad is gekrast. Gebruik van lasdraad van anodiseerkwaliteit kan het grijs worden van de lasnaad tegengaan.

### Opslag

Vaak wordt het werk enige tijd opgeslagen totdat de partij groot genoeg is om in één lading naar het anodiseerbedrijf te worden vervoerd. Bij die opslag moet men er steeds aan denken dat het bij de bewerking met zorg behandelde metaal ook nu goed moet blijven. Dus:

- sla het op met houtjes, hardboard of papier ertussen;
- pas op voor spanen en zandkorrels;
- trek nooit materiaal over elkaar want dat veroorzaakt krassen;
- breng het materiaal bij opslag eventueel al over in de transportverpakking;
- bescherm het materiaal tegen condens en vocht.

Tijdens de opslag moet gewaakt worden tegen corrosie. Agressieve dampen, maar ook vocht (óók als het aluminium is opgeslagen met papier, karton of hardboard ertussen) kan corrosieve aantasting geven die na het anodiseren nog duidelijk zichtbaar is.

Voorkom temperatuurverschillen die condens kunnen veroorzaken. Soms wordt deze corrosieschade aan het anodiseerbedrijf verweten, maar dat is niet juist. Om dergelijk gecorrodeerd materiaal te redden is vaak slijpen en borstelen van het oppervlak nodig. Dat werk kostenverhogend. Vooral als om redenen van gelijkmatig uiterlijk de hele partij moet worden geborsteld, terwijl maar een deel door corrosie schade heeft opgelopen.

### **Transport**

Het te anodiseren aluminium heeft dan al een kwalitatief hoogwaardig oppervlak dat door transport niet verloren mag gaan. Vervoer het materiaal nooit op open auto's of auto's die aan grote temperatuurwisselingen blootstaan. Overeenkomstige opmerkingen zoals gemaakt voor opslag, gelden ook voor de verzending van aluminium naar het anodiseerbedrijf. Het beste is het dit vervoer in handen te geven van een vertrouwde transporteur, die ervaring met dit werk heeft, of het met eigen transportmiddelen te vervoeren. Voorkom beschadiging en corrosie door te zorgen voor:

- goede verpakking;
- deskundig laden en lossen;
- gebruik van gesloten wagens (een open wagen afdekken met dekzeilen als het al flink regent en daarna de zon erop is vragen om corrosie).

Ook hier: voorkom temperatuurverschillen in voor- en nazomer om condens en daarna corrosie te voorkomen. Behandel het aluminium bij bewerken, opslag en transport zoals uzelf behandeld wilt worden: met zorg.

## 5. Voorbehandelen voor anodiseren

De behandelingsreeks bij anodiseren omvat een aantal bewerkingen:

1. mechanisch voorbehandelen, indien gewenst (slijpen, polijsten, borstelen)
2. chemisch voorbehandelen (reinigen, beitsen, chemisch glanzen)
3. elektrochemisch voorbehandelen (elektrochemisch polijsten, indien gewenst)
4. anodiseren
5. spoelen (na elke 'natte' bewerking)
6. kleuren (indien gewenst)
7. sealen (afdichten).

Wij bespreken in dit hoofdstuk de punten 1 t/m 3.

### **Mechanisch voorbehandelen**

Tot de mechanische voorbehandelingen rekent men slijpen, borstelen en polijsten. Deze bewerkingen worden in het algemeen uitgevoerd op zichtbare en bereikbare vlakken.

Door deze bewerkingen wordt het aluminiumoppervlak verfraaid. In tegenstelling tot andere oppervlaktebehandelingen blijft dit fraaie uiterlijk na het anodiseren zichtbaar en het bepaalt in sterke mate de esthetische kwaliteit van het geanodiseerde product.

### ***Slijpen soms niet nodig***

Een mogelijk bewerkingssreeks bij het slijpen van metalen is grofslijpen, middelfijnslijpen en fijnslijpen. Door de aluminiumfabrikanten worden de halffabrikaten echter meestal met een zo goede oppervlaktegesteldheid afgeleverd, dat men in veel gevallen de eerste twee bewerkingen kan overslaan.

Allen wanneer vrij zware beschadigingen zijn opgetreden moet men deze eerst wegwerken door een grovere slijpbewerking. Het slijpen wordt daardoor overeenkomstig duurder. Gietwerk moet vaak eerst grof of middelfijn worden voorgeslepen.

Soms wil men om decoratieve redenen dat na het slijpen een kraspatroon zichtbaar blijft. Dan moet dit kraspatroon aan hoge eisen voldoen. Bij aluminium raamprofielen bijvoorbeeld moeten de krassen nauwkeurig in de lengterichting aan het profiel verlopen en er mogen geen storen krassen in een afwijkende richting voorkomen. Om dit te bereiken moet het slijpen zorgvuldig worden uitgevoerd. Dit is alleen mogelijk als bij transport en opslag geen ontsierende beschadigingen zijn ontstaan.

### ***Borstelen is een bewerking waarbij men een satijnfinish verkrijgt***

Een satijnfinish bestaat uit een groot aantal min of meer evenwijdige krasjes, die het typische satijneffect geven.

Men kan een satijnfinish op verschillende manieren verkrijgen, namelijk:

- met metaaldraadborstels
- met borstels van sisaltouw
- met haren borstels en borstelpasta
- met non-woven nylon, Scotch Brite®

De effecten, die met deze verschillende materialen worden verkregen, lopen nogal uiteen. Als een nieuwe partij werk is vervaardigd, is dit niet storend, maar bij reparatiewerk kan het hinderlijk zijn. Bij reparatiewerk met een borstelfinish is het noodzakelijk een volledig afgewerkt monster ter beschikking te hebben om een gelijkend effect te krijgen.

Het mechanisch voorbereiden van te anodiseren aluminium wordt slechts op beperkte schaal toegepast. In de architectuur bijvoorbeeld wordt het meeste aluminium zonder mechanische voorbereiding geanodiseerd. Alleen die gedeelten, waaraan men hoge esthetische eisen stelt, bijvoorbeeld ingangspartijen van grote gebouwen, etalages en belangrijke elementen binnenshuis, worden geslepen, geborsteld of gesatineerd.

### ***Polijsten dient voor het verkrijgen van hoogglans***

Polijsten van aluminium vooral om een gelijkmatige hoogglans op grote oppervlakken te verkrijgen, is moeilijk. Meestal wordt polijsten in twee of drie stappen uitgevoerd: voorpolijsten, hoogglanspolijsten en 'kleuren'. Dat kleuren is de laatste poetsbewerking. Omdat voor het mechanisch polijsten veel vaardigheid nodig is wordt dit vaak geheel of gedeeltelijk vervangen door chemisch of elektrochemisch polijsten.

Door de goede kwaliteit, waarin aluminium halfabrikaten worden geleverd, wordt op verreweg het grootste deel ervan een mechanische voorbehandeling achterwege gelaten. Anders ligt dit bij siervoorwerpen en onderdelen van apparaten. Hierbij wordt slijpen en polijsten veelvuldig toegepast.

### **Chemisch voorbehandelen**

De voornaamste chemische voorbehandelingen van aluminium zijn:

- ontvetten
- beitsen
- chemisch glanzen
- chemisch polijsten en elektrolytisch polijsten

**Ontvetten** is altijd nodig om de verontreinigingen te verwijderen die op het materiaal zijn gekomen door bewerken, opslag, transport en aanpakken met de handen. Deze verontreinigingen kunnen de volgende behandelingen storen, zodat dan geen optimale kwaliteit zou worden verkregen. De eerste bewerking in elk anodiseerbedrijf is daarom reinigen.

**Beitsen** is een bewerking die gebruikt wordt om krassen en oneffenheden te maskeren en het oppervlak zijn karakteristieke matte finish te geven. Als regel is beitsen een tweefasenbehandeling om de beste resultaten te verkrijgen: alkalisch beitsen met een nabehandeling in zuur.

Egaliserend beitsen is een bewerking, die wordt gebruikt om krassen of oneffenheden te maskeren. De mate van egaliserend beitsen wordt bepaald door de oppervlaktegesteldheid van het in anodiseerkwaliteit geleverde aluminium. Egaliserend beitsen wordt vaak uitgevoerd voor architecturaaluminium. De matte finish is naast de architectuurtoepassing ook in de meeste andere branches gangbaar.

De beits die wordt gebruikt heeft echter geen onbeperkt maskerend vermogen. Wanneer het materiaal zeer ernstig gekrast of oneffen is zal vooraf een slijpbehandeling nodig zijn om tot een mooie egale matte finish te komen. Tevens kunnen sterk zink- en koperhoudende legeringen de matte finish verstoren. Dit kan voorkomen worden door anodiseerkwaliteit aluminium te gebruiken. In geval van twijfel kan in overleg met het anodiseerbedrijf een proefmonster van het materiaal worden gemaakt.

**Chemisch glanzen** is een bewerking die, meer dan egaliserend beitsen, glans geeft. Spiegelglans wordt bij deze bewerking niet verkregen.

**Chemisch polijsten** daarentegen geeft wel spiegelglans. Het wordt onder meer toegepast bij reflectoren.

**Elektrolytisch polijsten** geeft eveneens spiegelglans. Elektrolytisch polijsten is ook geschikt voor 'lastige' aluminiumlegeringen, die met chemisch polijsten niet gemakkelijk tot hoogglans te brengen zijn.

Men gebruikt chemisch en elektrochemisch polijsten vaak als laatste behandeling na mechanisch slijpen en voorpolijsten. De mechanische bewerking geeft dan de strakheid, de chemische of elektrochemische bewerking de hoogglans.

De oppervlaktegesteldheid, die door een mechanische, chemische of elektrochemische voorbehandeling is verkregen, kan door een geschikte anodiseerbewerking bestendig worden. Evenals bij mechanische voorbewerkingen zijn ook de resultaten van beitsen, chemisch en elektrochemisch glanzen en polijsten door de anodiseerbewerking heen zichtbaar en bepalend voor het uiterlijk van het geanodiseerde product. Daarom wordt door het anodiseerbedrijf veel aandacht besteed aan de gelijkmatigheid van deze bewerkingen.



## 6. Het anodiseerproces

Anodiseren is een elektrochemische bewerking. Dat houdt in dat aluminium in een chemisch bad wordt behandeld door de inwerking van een elektrische stroom. Het bad bestaat meestal uit verdund zwavelzuur, vaak met een toevoeging van oxaalzuur. Het aluminium voorwerp wordt daarbij met de pluspool, de anode van de gelijkstroombron verbonden, vandaar de naam anodiseren. Door de inwerking van de elektriciteit op het bad ontwikkelt zich aan het werkstukoppervlak zuurstof. Deze zuurstof ontstaat in de vorm van vrije atomen, die zeer actief zijn. Doordat de zuurstof met het aluminium een verbinding aangaat wordt een oxidelaag opgebouwd die 400 tot 500 maal dikker is dan de natuurlijke oxidefilm, die zich aan de lucht op het aluminium vormt (bij normaal anodiseren van 5 tot 25 µm; bij speciale anodiseerprocessen, zoals hardanodiseren, van 50 tot 250 µm).

Omdat de oxidelaag elektrisch isolerend is zou men verwachten dat het proces na korte tijd zou stoppen. Dit is echter niet het geval. Door de inwerking van zwavelzuur ontstaat in de oxidelaag een groot aantal fijne poriën. Deze poriën zuigen zich vol met verdund zwavelzuur en kunnen daardoor de elektrische stroom geleiden. Hierdoor kunnen dikke anodiseerlagen worden opgebouwd. De voornaamste procesomstandigheden die een rol spelen zijn temperatuur, stroomdichtheid, stroomsoort (wisselstroom, gelijkstroom, pulserende stroom), zuurgehalte en behandelingstijd.

De temperatuur is vooral belangrijk voor de kwaliteit van de anodiseerlaag, de dichtheid en de hardheid. De stroomdichtheid beïnvloedt primair de doorschijnendheid en de eventuele inkleurbaarheid van de laag. De behandelingstijd bepaalt de dikte van de anodiseerlaag. Het is echter niet zo, dat 'tweemaal zo lang' ook 'tweemaal zo dik' betekent, want door de isolerende werking van de anodiseerlaag wordt na enige tijd een maximum bereikt.

Eigenschappen van de anodiseerlaag zijn ook afhankelijk van de samenstelling van het anodiseerbad, dat tijdens het anodiseren langzaam verandert. De hardheid van de laag is vooral afhankelijk van het aantal en de afmetingen van de poriën die erin voorkomen. Door het toepassen van computergestuurde transformatoren in combinatie met een aangepaste elektrolyt kunnen anodiseerlagen worden gevormd met een hardheid, hoger dan die van gehard staal. Anodiseerlagen met een groter percentage aan poriën zijn vooral geschikt om te worden nagekleurd met donkere kleuren. Dunne, harde anodiseerlagen kunnen dienst doen op gepolijste werkstukken, omdat de glans bij deze lagen goed behouden blijft.

Anodiseerbedrijven moeten al deze factoren kennen en ze goed beheersen om tot een constante gecontroleerde goede kwaliteit te komen.

### **Spoelen**

Na het anodiseren moet zorgvuldig worden gespoeld om alle zwavelzuurresten uit de poriën van de anodiseerlaag te verwijderen. Vroeger hielden de anodiseerbedrijven de spoeltijd ongeveer gelijk aan de anodiseertijd. Tegenwoordig wordt door andere spoelmethoden, zoals voorneutraliseren of getrapt spoelen, in kortere tijd zelfs een betere spoelkwaliteit verkregen. Spoelt men niet goed, dan blijkt dit meestal pas na langere tijd. Er gaat dan corrosie of "blooming" optreden.

***Anodiseren is niet moeilijk, goed anodiseren wèl en dat vereist kennis, ervaring en vooral zorg.***

## 7. Kleuranodiseren

Geanodiseerd aluminium heeft een fraai, mat zilver uiterlijk, dat in de moderne architectuur bijzonder goed past. Het wordt dan ook op grote schaal toegepast. In de loop der tijd is echter ook de vraag naar gekleurd geanodiseerd aluminium toegenomen.

Door het gebruik van gekleurd aluminium worden de goede eigenschappen van het materiaal aluminium en de goede kwaliteit van anodiseerlagen gecombineerd met een aantal fraaie kleuren. Niet alleen in de architectuur maar ook in veel toepassingen daarbuiten wordt van deze mogelijkheid gebruik gemaakt.

Er zijn veel methoden om gekleurd geanodiseerd aluminium te vervaardigen. De voornaamste zijn:

- inkleuren met organische kleurstoffen;
- inkleuren met anorganische kleurstoffen;
- elektrolytisch inkleuren;
- direct inkleur anodiseren;
- gebruik van zelfkleurend aluminium;
- combinatiekleuring: elektrolytisch plus organisch;
- combinatiekleuring: zelfkleurend plus organisch;
- interferentiekleuring.

Bij alle kleurmethoden, die plaatsvinden na het anodiseren, moet het kleuren voor het sealen worden uitgevoerd. Bij het sealen sluit men immers de poriën waardoor ze geen kleurstof meer kunnen opnemen.

Alle genoemde methoden worden wel door enige leden van de Stichting Anodiseren uitgevoerd. Dat wil niet zeggen dat alle kleurmethoden ook even vaak worden toegepast. Om de verschillen duidelijk te maken worden de mogelijkheden hierna kort besproken.

Na het anodiseren en spoelen en vóór het sealen bevat een normale anodiseerlaag een zeer groot aantal uiterst fijne poriën, waarin onder meer kleurstoffen kunnen worden opgenomen. Als men na dit inkleuren de anodiseerlaag sealt, worden de poriën afgedicht, zodat de kleurstof in de oxidelaag opgesloten blijft.

### **Inkleuren met organische kleurstoffen**

Deze wijze van kleuren behoort tot de oudste kleurtechnieken voor anodiseerlagen. Men gebruikt hiervoor hoofdzakelijk kleurstoffen, die worden gebruikt voor het kleuren en bedrukken van textiel. Organische kleurstoffen zijn koolstofverbindingen. Het sterke punt van organische kleurstoffen is de vrijwel onbeperkte kleurkeuze, waarover men kan beschikken. Een nadeel is vaak de geringe lichtechtheid, waardoor maar een beperkt aantal ervan geschikt is voor buitentoepassing.

### **Inkleuren met anorganische kleurstof**

Inkleuren met anorganische kleurstoffen kan bijvoorbeeld worden uitgevoerd door middel van een eenfase kleuring zoals het inkleuren door gebruik van ferri-ammoniumoxalaat. Dit geeft een goudachtige kleur, maar in geringe concentratie verkrijgt men de kleur 'nieuwzilver'. Door middel van een tweefasen kleuring zoals bijvoorbeeld inkleuren met kaliumpermanganaat en kobaltacetaat, ontstaat een bronsachtige kleur.

### **Elektrolytisch inkleuren**

Bij elektrolytisch inkleuren wordt gebruik gemaakt van metalen uit metaalverbindingen zoals tin uit een oplossing van tinsulfaat. Dit geeft kleuren van lichtbrons tot zwart. Het voordeel van dit elektrolytisch inkleuren is dat dit zeer lichtechte kleuren oplevert. Deze kleuren worden gecodeerd weergegeven van lichtbrons naar zwart.

### **Direct in kleur anodiseren**

Het direct in kleur anodiseren vindt plaats in speciale badvloeistoffen. Deze techniek wordt nog maar sporadisch toegepast.

### **Zelfkleurend aluminium**

Door aan aluminium bepaalde legeringselementen toe te voegen kan men door te anodiseren in zwavelzuur gekleurde anodiseerlagen verkrijgen. De enige aluminiumlegering die voor dit doel op enigszins redelijke schaal wordt gebruikt bevat 5% silicium, handelsnaam Grinatal<sup>®</sup>, licht grijs tot donkergrijs.

Het verkrijgen van kleurgelijkheid is bij deze legeringen nogal moeilijk, omdat de gelijkmatigheid van de inkleuring afhankelijk is van de homogene verdeling van het silicium in de legering en van de stroomdichtheid.

### **Combinatiekleuring: elektrolytisch plus organisch**

Het gebruik van nieuwe, zeer lichtechte organische kleuren in combinatie met elektrolytisch inkleuren komt op dit moment steeds vaker voor, zoals in de kleuren rood, blauw, groen en oud brons.

### **Combinatiekleuring: zelfkleurend plus organisch of anorganisch**

Dit is een mogelijkheid, doch deze wordt in de praktijk weinig toegepast.

### **Interferentiekleuren**

Een relatief nieuw kleurprocédé dat ook tot de mengkleursystemen gerekend mag worden is het interferentiekleuren. Hier wordt niet alleen met kleur, maar ook met lichtbreking (interferentie) gewerkt. In de afwijking van de combinatiekleuring in elektrolytisch plus organisch is er een mogelijkheid om na het anodiseren in gelijkstroom-zwavelzuur door behandeling in fosforzuur en wisselspanning het onderste gedeelte van de porie te vergroten. Daarna volgt een elektrolytische metaalafscheiding.

Ook is nagegaan of een dergelijk effect te bereiken is door een gelijkstroom-wisselstroombehandeling in het zwavelzuurbad, met aansluitend een elektrolytische metaalafscheiding. Deze productieprocessen zijn op dit moment nog steeds in experimenteel stadium.

## 8. Sealen

Na het anodiseren en nadat eventueel ingekleurd is moet altijd geseald worden. Hierbij worden de poriën gesloten, waardoor het geanodiseerd aluminium veel beter bestand is tegen corrosie. Schadelijke stoffen kunnen dan niet door de poriën naar binnen dringen en het aluminium aantasten. Een ander voordeel van gesealde anodiseerlagen is dat zij minder gemakkelijk vuil worden. Als men bijvoorbeeld geanodiseerde aluminium deurknoppen en handgrepen niet zou sealen, dan zouden deze er na enige tijd vies en onaantrekkelijk gaan uitzien.

Sealen, vroeger ook wel afdichten of verzegelen genoemd, komt van het Engelse 'sealing'. In het Duits heet dit 'Nachverdichtung' en in het Frans 'colmatage'. Het is een uiterst belangrijke bewerking van anodiseerlagen, die ten doel heeft de poriën in de laag te sluiten. De sealbewerking is dus naast het anodiseren bepalend voor de kwaliteit van de anodiseerlaag want:

- de corrosieweerstand wordt sterk opgevoerd, omdat binnendringen van schadelijke stoffen wordt voorkomen;
- vuilopname wordt voorkomen;
- uitwassen van kleurstof uit de poriën wordt voorkomen.

Het sealen kan op diverse manieren plaatsvinden. Meestal sealt men in heet water of stoom (hydratiesealing). Sealen in was wordt vrijwel niet meer toegepast.

Bij gekleurd aluminium voert men soms een aangepaste sealing uit om 'uitbloeden' van de in de porie aangebrachte kleurstof in het sealbad te voorkomen.

Naast het warmsealen is er ook een mogelijkheid om koud te sealen. Kwalitatief kan deze sealmethode met het warmsealen worden vergeleken, maar milieutechnisch heeft deze methode nadelen voor de anodiseerbedrijven. Het koudsealen wordt daarom slecht op beperkte schaal toegepast.

Er zijn diverse goede genormaliseerde controlemethoden beschikbaar voor het vaststellen van de sealkwaliteit. De leden van de Stichting Anodiseren die het Qualanod keurmerk voeren, zijn gebonden de sealkwaliteit van hun producten voortdurend te controleren (zie ook hoofdstuk 11).

## 9. Bestellen en coderen

Om teleurstellingen te voorkomen moet men bij het bestellen van anodiseerwerk:

- voor zichzelf nauwkeurig weten welke kwaliteit men wil bestellen;
- deze kwaliteit nauwkeurig en ondubbelzinnig aan het anodiseerbedrijf opgeven;
- indien nodig van tevoren met het anodiseerbedrijf overleg plegen.

### Weten wat men bestellen moet

Het is niet altijd eenvoudig exact te weten welke kwaliteit en welk anodiseerwerk moet worden besteld. Er moet gelet worden op:

- laagdikte;
- voorbereiding;
- kleur.

Voor een eenduidige codering wordt aanbevolen de EURAS codering te hanteren.

*Bij al deze keuze mogelijkheden is het belangrijk te weten of hetgeen gekozen wordt mogelijk is. Als bijvoorbeeld een hardanodiseerlaag besteld wordt met een dikte van 80 µm en tevens wordt geëist dat het hoogglanzend gepolijste aluminiumoppervlak zichtbaar blijft, dan vraagt men duidelijk naar iets dat technisch onmogelijk is. Wanneer een lange levensduur wordt geëist in een zeeatmosfeer bij een laagdikte van 5 µm vragen we iets onmogelijks.*

### Hoe bestellen?

Er is door de Stichting Anodiseren een coderingstabel opgesteld voor het nauwkeurig en ondubbelzinnig bestellen van anodiseerwerk. Door deze codering te hanteren en daarbij tevens de kleurenwaaier van het betreffende anodiseerbedrijf te hanteren kan men...

- elke normaal voorkomende voorbereiding
- elke normale anodiseerlaagdikte
- de meest voorkomende kleuren

...ondubbelzinnig omschrijven.

Op die manier kan men komen tot een soepeler en meer gestroomlijnd contact tussen de opdrachtgever en het anodiseerbedrijf. Toch kan het nodig zijn nog enkele gegevens te vermelden. Bij het laten slijpen en daarna anodiseren van bijvoorbeeld bouwprofielen is het noodzakelijk de zichtvlakken op te geven, zodat het anodiseerbedrijf ervoor kan zorgen dat de contactpunten, die nodig zijn voor stroomtoevoer bij het anodiseren, een minimale aftekening veroorzaken en vooral dat deze zich bevinden op een niet-storende plaats.

Het aangeven van zichtvlakken is ook noodzakelijk om de slijp- en polijstbewerkingen te beperken tot die vlakken, waarvoor ze werkelijk nodig zijn. Als het anodiseerbedrijf deze zichtvlakken kent, zal het ook bij de verpakking en het transport ervoor zorgen dat deze zo goed mogelijk beschermd zijn met een zo gering mogelijke kans op beschadiging.

Opgemerkt moet worden dat de opgegeven laagdikte niet geldt voor de binnenzijde van koker- en semi-kokerprofielen.

### Andere aan de finish te stellen eisen

Voor een andere slijpfinish of een andere kleur is het beslist noodzakelijk van tevoren overleg te plegen met het anodiseerbedrijf.

Ook voor reparatiewerk, dat in uiterlijk nauwkeurig moet overeenstemmen met reeds aanwezig geanodiseerd aluminium, is dit vooroverleg beslist noodzakelijk. In die gevallen werkt men meestal

met een proefmonster. Uitsluitend geheel afgewerkte proefmonsters (geslepen, geanodiseerd en eventueel gekleurd) kunnen door het anodiseerbedrijf worden gebruikt.

Uiteraard zal een speciale slijpfinish of een speciale kleur prijsverhogend werken, omdat deze niet in het normale productieprogramma van het anodiseerbedrijf passen. Het is nu eenmaal kostbaar om voor een aparte kleur een speciaal kleurbad aan te maken.

### **Anodiseren in lengten of aan de maat**

Vroeger was het algemeen gebruikelijk bouwprofielen eerst tot de gewenste lengten af te korten en deze daarna naar het anodiseerbedrijf te sturen. Het anodiseren van volle lengten kan tegenwoordig meestal tegen een gunstiger prijs worden uitgevoerd. Bovendien kunnen bij anodiseren op volle lengte met slechts enkele zaagbewerkingen de contactpunten worden verwijderd.

Voor het afkorten van geanodiseerde profielen moeten hardmetalen zagen worden gebruikt, want de harde anodiseerlaag maakt andere zagen snel bot, waardoor bij het zagen een sterke warmteontwikkeling optreedt en bovendien ontoelaatbare bramen ontstaan.

### **Legering**

Met name voor toepassing in de techniek wordt het noodzakelijk de legering aan het anodiseerbedrijf op te geven, vooral indien gegoten aluminium moet worden geanodiseerd.

### **Passingen**

Ook hier is overleg met het anodiseerbedrijf noodzakelijk. Passingen kunnen worden afgestopt of afgelakt. Soms is (maatvast) anodiseren een mogelijkheid. Bij de productie van de onderdelen is het noodzakelijk rekening te houden met de maatvoering van het product.

## **CODERING OPPERVLAKTEBEHANDELINGEN ALUMINIUM**

### **1 Doel**

Het doel van deze codering is het geven van een systeem van ondubbelzinnige, korte aanduidingen van de bewerkingssreeks, die moet worden toegepast bij het voorbehandelen, anodiseren en kleuren van aluminium.

Over het decoratieve uiterlijk en de glans van geanodiseerd aluminium kunnen, indien noodzakelijk, tussen de opdrachtgever en het anodiseerbedrijf aan de hand van uitvoeringsmonsters of proefstukken nadere afspraken worden gemaakt.

Voor het aanduiden van de kleur van geanodiseerd aluminium dienen de EURAS kleurenwaaier of de kleurstalen van het betreffende anodiseerbedrijf te worden gehanteerd.

### **2 Indeling van het systeem**

Bij de indeling van het systeem wordt gebruik gemaakt van een letter-cijfercombinatie, bestaande uit drie groepen, gescheiden door een schuine streep:

- de eerste groep duidt de voorbereiding aan;
- de tweede groep geeft de dikte aan van de anodiseerlaag;
- de derde dient voor de kleuraanduiding.

De voorbereiding wordt aangeduid met de letter E, gevolgd door een cijfer, als weergegeven in tabel I.

De dikte van de anodiseerlaag wordt aangeduid met de letter A, gevolgd door een cijfer, als vermeld in tabel II.

De kleur wordt aangeduid met de letter C, gevolgd door een getal, als vermeld in tabel III. Voor afwijkende kleuren wordt verwezen naar de kleuraanduiding van het betreffende anodiseerbedrijf.

In onderstaande tabellen is, indien van toepassing, een doorverwijzing gemaakt naar andere gebruikte codes.

**TABEL I Aanduiding van de voorbereiding**

geen voorbereiding	<b>E0</b>	VB 0
geslepen	<b>E1</b>	VB 1
geborsteld (niet voorgeslepen)	<b>E2</b>	VB 2
gepolijst (niet voorgeslepen of geborsteld)	<b>E3</b>	VB 3
geslepen en geborsteld	<b>E4</b>	VB 4
geslepen en gepolijst	<b>E5</b>	VB 5
egaliserend gebeitst	<b>E6</b>	VB 6
chemisch of elektrochemisch gepolijst zonder mechanische voorbereiding		VB 7
chemisch of elektrochemisch gepolijst na mechanische voorbereiding		VB 8

**TABEL II Aanduiding laagdikte**

Gemiddelde laagdikte 5 micrometer	<b>A 5</b>
Gemiddelde laagdikte 10 micrometer	<b>A10</b>
Gemiddelde laagdikte 15 micrometer	<b>A15</b>
Gemiddelde laagdikte 20 micrometer	<b>A20</b>
Gemiddelde laagdikte 25 micrometer	<b>A25</b>

**Tabel III Aanduiding van kleuren**

natuurlijk	<b>C0</b>	VOM 1	EV1
nieuwzilver	<b>C31</b>	VOM 1,5	EV2
lichtbrons	<b>C32</b>	VOM 2	
middelbrons	<b>C33</b>	VOM 3	
donkerbrons	<b>C34</b>		EV3
zwart	<b>C35</b>		EV6

Daarnaast hanteert elk bedrijf een eigen kleurcodering.

Er moet op worden gewezen dat gering, niet-storende kleurafwijkingen kunnen voorkomen. Kleureisen kunnen niet worden gesteld aan het inwendige van koper- en semi-koperprofielen.

Voorbeeld van coderen van anodiseerwerk: E4/A20/C32.

Dit betekent geslepen en geborsteld, gemiddelde laagdikte 20 µm, kleur lichtbrons.

## Toelichting

### *Uitgangsmateriaal en verkregen uiterlijk*

Het materiaal dat wordt gebruikt voor anodiseerbewerkingen is van groot belang. Bij het toepassen van verschillend materiaal kan bij het uitveren van een zelfde bewerkingsreeks toch een verschillend resultaat ontstaan. In dit verband moet worden gewezen op aluminium van zogenaamde anodiseer kwaliteit. Door gebruik te maken van deze anodiseer kwaliteit is de kans op vlekvorming, strepen en andere onregelmatigheden als gevolg van de invloed van het materiaal klein, hetgeen van zogenaamde handelskwaliteit niet altijd kan worden verwacht.

Tevens wordt er aandacht op gevestigd dat het mogelijk is, dat bij het toepassen van een zelfde bewerkingsreeks bij een zelfde soort materiaal tóch een verschillend uiterlijk wordt verkregen. Dit kan het geval zijn als de oppervlaktegesteldheid van het toegepaste materiaal verschilt. Het is zelfs mogelijk dat de samenstelling en/of de oppervlaktegesteldheid van het uitgangsmateriaal van zodanige kwaliteit is, dat het verkrijgen van een optimaal resultaat onmogelijk is. Bij de opstelling van deze codering is er echter van uitgegaan dat de uitgangstoestand van het aluminium zodanig is, dat na het uitvoeren van de betreffende behandelingsreeks een zo goed mogelijk resultaat wordt verkregen.

Gezien het grote belang van goed uitgangsmateriaal is in twijfelgevallen overleg met het anodiseerbedrijf van groot belang.

### *Toe te passen laagdikten*

De toe te passen laagdikten houden ten nauwste verband met het doel, waarvoor wordt geanodiseerd. In het algemeen kan worden gesteld dat hoe groter de laagdikte is, hoe beter het aluminium wordt beschermd tegen invloeden van buiten. Het is echter lang niet altijd nodig om erg dikke lagen aan te brengen. Om hieraan een zekere richting te geven worden hieronder enige voorbeelden en omstandigheden genoemd met de daarbij aanbevolen laagdikte.

- A 5 Deze laagdikte wordt vaak gebruikt voor onderdelen binnenshuis in een niet-agressieve omgeving of in de buitenlucht als er veel gereinigd wordt, bijvoorbeeld voor decoratieve onderdelen van voertuigen. Voor het laatste doel is A 10 echter meer geschikt.
- A 10 Deze laagdikte moet worden gezien als een overgang tussen gebruik in een agressieve binnenatmosfeer en gebruik binnenshuis in een niet-agressieve atmosfeer en bij veel reinigen. De klassen A5 en A10 zijn bestemd voor toepassingen binnenshuis.
- A 15 De klasse A15 is bestemd voor buitentoepassing in zeer milde buitenklimaten.
- A 20 Dit is de standaard laagdikte voor toepassing buitenshuis, die het meest wordt toegepast. Deze laagdikte wordt gebruikt voor licht industriële tot gemiddelde industriële klimaten of milde zeeklimaten.
- A 25 Een anodiseerlaag van 25 µm dikte moet zeker worden toegepast als er sprake is van een agressieve atmosfeer. Hierbij moet gedacht worden aan zware industrieklimaten en directe kustgebieden met een streng zeeklimaat. De laatste tijd wordt in toenemende mate de laagdikte van 25 µm voorgeschreven door toenemende industrialisatie.

Voor alle buitentoepassingsklassen (A15-A25) is frequente reiniging noodzakelijk om de levensduur te kunnen waarborgen. Hierop wordt in hoofdstuk 13 verder ingegaan.

### *Kleur en kleurafwijkingen*

Er moet op worden gewezen dat door de invloed van legeringselementen (bijvoorbeeld koper en zink) de kleur kan afwijken, vooral bij lichtere kleuren. Dit verschijnsel kan duidelijker optreden bij grotere laagdikten, zelfs bij onderdelen die van dezelfde legering zijn vervaardigd. Ter voorkoming van misverstanden is het raadzaam, zeer zeker bij grote projecten, vooraf met het



anodiseerbedrijf in overleg te treden en mede aan de hand van het aangeleverde materiaal de kleur met de bijbehorende grenswaarden vast te stellen. Bij hooggelegeerd materiaal (zoals gietlegeringen) dient vooraf met het anodiseerbedrijf overleg te worden gepleegd en eerst een proefstuk te worden vervaardigd. Dit geldt ook voor producten samengesteld uit diverse onderdelen.

## 10. Verpakken, transport en opslag

Als aluminium is geanodiseerd, is het in een toestand gebracht waarin het jarenlang probleemloos dienst moet kunnen doen. Het anodiseren heeft geld gekost: het product is waardevoller geworden. Er is daarom alle reden om te voorkomen dat door ondoelmatige verpakking, slordige verzending of opslag onder slechte omstandigheden schade ontstaat die het uiterlijk en/of de levensduur nadelig beïnvloedt. Men kan zich afvragen of dat nu wel nodig is. De anodiseerlaag geeft toch zo'n goede bescherming? Dat laatste is waar. De anodiseerlaag geeft vele jaren bescherming tegen omstandigheden waarvoor hij is aangebracht, bijvoorbeeld in de architectuur.

Maar de anodiseerlaag is niet bestand tegen deuken of verbuigen van het aluminium, niet tegen krassen die met grote kracht worden veroorzaakt en niet tegen agressieve chemicaliën. Het geanodiseerde aluminium wordt door het anodiseerbedrijf in prima staat afgeleverd; het is van groot belang dat het in die toestand blijft totdat het op zijn eindbestemming is aangekomen.

### Verpakken

Het anodiseerbedrijf weet hoe het geanodiseerd aluminium verpakt moet worden. Profielen worden zodanig gebundeld, dat de zichtvlakken niet beschadigd kunnen worden. Ze worden omwikkeld of ze worden klemvast verpakt in krimpfolie. Waar nodig worden ze onderstept. Platen worden van elkaar gescheiden gehouden door papier, karton of schuimplastic. De producten worden zodanig in kisten, kratten of met latten beschermde bundels verpakt, dat transport zonder beschadiging kan plaatsvinden.

### Transport

Bij het anodiseerbedrijf worden de verpakte eenheden op verantwoorde wijze en met goede hulpmiddelen op de vrachtwagen geladen. Vervolgens worden ze naar de plaats van bestemming gereden. Als men werkt met een ervaren transportbedrijf of als het anodiseerbedrijf het transport zelf ter hand neemt wordt ook die fase goed uitgevoerd. Dat geldt ook voor het afladen op het eindstation.

### Opslag van geanodiseerd werk

Hoewel geanodiseerd aluminium een grote weerstand heeft tegen corrosie, is het mogelijk dat door onjuiste opslag ernstige schade ontstaat. Vooral geanodiseerd aluminium, dat in de architectuur wordt gebruikt, wordt soms op de bouwplaats onder bijzonder ongunstige omstandigheden opgeslagen.

Vochtige opslag op de bouwplaats onder dekzeilen, blootgesteld aan cementstof en zonder bescherming op de grond is bijzonder gevaarlijk. Geanodiseerd aluminium moet op de bouwplaats in een droge, goed geventileerde loods en ook stofvrij worden opgeslagen.

### Bescherming tijdens de bouwperiode

Geanodiseerd aluminium moet tijdens de bouw worden beschermd tegen cement en cementwater. Bij voorkeur moet geanodiseerd aluminium eerst worden aangebracht wanneer alle werkzaamheden met beton en cement zijn verricht. Ook moet gewaakt worden tegen water dat van vers beton afdruipt. Lukt dat niet, dan moet voor een goede afscherming worden gezorgd. Daarvoor zijn diverse methoden uitgewerkt.

Omdat tijdens de bouwfase toch vaak ongewenste schade ontstaat volgen hier enkele waargebeurde voorbeelden ter lering.

*Voorbeeld 1*

Een gebouw met een bakstenen gevel wordt door de architect nog niet mooi gevonden. De frontzijde moet alsnog worden afgeveegd om een fraaier uiterlijk te verkrijgen. Verse naar buiten stekende klodders specie worden weggehakt en met een voegspijker wordt de gevel afgevoegd. Verse sterk alkalische cement tast de anodiseerlaag aan. Gevolg: al het bruin geanodiseerde raamwerk vertoont witte plekken en moet worden vervangen (ramen demonteren, enzovoort). Grote schade.

*Voorbeeld 2*

Aan een gereedgekomen gebouw met blank geanodiseerde geveldelen (gevelplaten en raamprofielen) moet nog een lichtreclame worden aangebracht. Stalen hoekconstructie, gaten boren in het beton, gaten boren in het staal, monteren.

Gevolgen: Staalkrullen op het geanodiseerde aluminium, die daar gaan roesten (roest en aluminiumoxide hebben een overeenkomstige kristalstructuur). De zich vormende roest vermengt zich met het aluminiumoxide van de anodiseerlaag en vormt daarin niet meer te verwijderen roestvlekken. Bij het boren in het beton breken enige stukken uit, die 'snel even' door een metselaar worden bijgesmeerd. Cementvlekken op het aluminium worden pas na een paar dagen met een natte doek afgeveegd, waarbij het alkalische vuil tot een brede vlek wordt uitgesmeerd. Schade: vervanging van gevelplaten en raamprofielen.

*Voorbeeld 3*

Een nieuw gebouw van een bekende instelling wordt op een maandag officieel geopend. Het weekend daarvoor was op het dak een kuip met kalk blijven staan met daarin een waterslang die het hele weekend was blijven lopen. Het dak stond vol met sterk alkalisch kalkwater dat aan alle zijden over de dakrand liep over vers geanodiseerde geveldelen met als resultaat overal vlekken. De opening verliep voorspoedig en feestelijk. De volgende dag begon men met het geheel vervangen van het anodiseerwerk dat volledig was afgekeurd.

De moraal: zorg voor anodiseerwerk tijdens de bouw is wél nodig!

## 11. Kwaliteitseisen

Als een product gekeurd wordt krijgt men een keuringsresultaat. Daar moet wat mee worden gedaan. Het resultaat moet worden afgemeten aan de eisen. Daarvoor is een kwaliteitseis nodig die aangeeft waaraan het product moet voldoen. De kwaliteitseis wordt vergeleken met het keuringsresultaat om te zien of aan de kwaliteitseis wordt voldaan. Dat kan ook gedaan worden voor een aantal andere kwaliteitseisen.

Hoe komen de kwaliteitseisen tot stand?

Die zijn al vastgelegd bij de bestelling en de acceptatie van de opdracht (dat wil zeggen bij het sluiten van het contract tussen de opdrachtgever en het anodiseerbedrijf).

Als de bestelling is uitgevoerd volgens de regels verwoord in hoofdstuk 8: 'Bestellen en coderen van anodiseerwerk' en als de bestelling bovendien vermeldt dat gewerkt moet worden volgens de Qualanod eisen, is er geen speld meer tussen te krijgen. Misverstanden zijn dan uitgesloten.

Bij bedrijven die het certificaat volgens ISO 9002 hebben verworven heeft men de zekerheid dat niet alleen aan de kwaliteit van het geanodiseerde product is voldaan, maar ook aan andere eisen, zoals bijvoorbeeld de levertijd.

Anodiseerbedrijven, die zich ten doel stellen een kwaliteitsproduct te leveren, zullen regelmatig keuringen uitvoeren op de producten die zij leveren. Deze keuring vindt visueel plaats, bijvoorbeeld op kleur, slijpfinish, gelijkmatigheid, maar ook met behulp van verschillende instrumenten, bijvoorbeeld voor de controle op laagdikte en kwaliteit van de sealing.

De keuring is erop gericht vast te stellen of het anodiseerwerk voldoet aan de eisen die tussen opdrachtgever en anodiseerbedrijf zijn vastgesteld. Dat wil zeggen: de eisen zijn vastgelegd bij de bestelling met de codering van de Stichting Anodiseren en gekeurd volgens de Qualanod kwaliteitseisen. Voor de gebruiker zijn in de eerste plaats de volgende facetten van de keuring van belang:

- Waarop keuren? (eigenschappen)
- Waar keuren? (plaats op het werkstuk).

Zijn de punten vastgesteld, dan moet worden beslist welke keuringsmethoden moeten worden gebruikt. Dit is bijvoorbeeld in de Qualanod kwaliteitseisen ondubbelzinnig vastgelegd.

### Waarop keuren?

Door de zakelijke contacten behoort een vertrouwensverhouding te worden gecreëerd tussen opdrachtgever en anodiseerbedrijf. Primair moet men ervan uitgaan dat het anodiseerbedrijf er geen belang bij heeft werk van inferieure kwaliteit te leveren. Hierdoor zou immers de zakenrelatie kunnen worden verbroken.

Uiteraard heeft de opdrachtgever het volste recht bepaalde eigenschappen van het geleverde anodiseerwerk te controleren. Deze kunnen worden verdeeld in twee groepen:

- visuele keuring aan de hand van proefstukken of met behulp van de omschrijving van de bestelling;
- keuring, waarvoor apparatuur nodig is.

Men kan deze apparatuur in eigen beheer hebben, maar de keuring kan ook worden toevertrouwd aan een onafhankelijk keuringslaboratorium. Vaak is de laatste methode aan te bevelen, omdat alleen het aanschaffen van meetinstrumenten nog geen goede keuring kan garanderen; hiervoor zijn ook ervaring en inzicht nodig.

Bij keuring blijkt hoe belangrijk een nauwkeurige omschrijving van de bestelling is. De codering die in hoofdstuk 9 is besproken, houdt ook rekening met het Nederlandse normblad NEN 5255 en geeft voldoende zekerheid voor deze ondubbelzinnige omschrijvingen.

Naast de visuele keuringen zijn er drie niet visueel vast te stellen eigenschappen van anodiseerlagen, die voor een belangrijk deel de kwaliteit ervan bepalen. Deze zijn:

- laagdikte;
- sealing (afdichting);
- resistentie van de anodiseerlaag.

### **Laagdikte**

De laagdikte kan op diverse manieren worden vastgesteld, maar de meting vereist ervaring en inzicht. Het meten van de anodiseerlaagdikte is veel minder eenvoudig dan de laagdiktemeting van bijvoorbeeld een zinklaag op staal. Meestal maakt men gebruik van de wervelstroommethode of van de optische methode met de lichtsnedemicroscoop. Bij de wervelstroomlaagdiktemeting is het van belang dat de meter wordt geijkt op het eigen materiaal.

Voor arbitragegevallen is het vervaardigen van een verticale doorsnede en het microscopisch uitmeten van de laagdikte noodzakelijk. Deze microscopische laagdiktemeting kan alleen goede resultaten opleveren in handen van een ervaren controleur. Als men er geen ervaring mee heeft is de kans op het maken van fouten groot. De laagdikte-eis kan nooit gelden voor het inwendige van koker- en semi-kokerprofielen.

### **Sealing**

Voor het controleren van de sealing bestaan diverse keuringsmethoden. Qualanod geeft drie methoden aan:

- Bij een druppeltest met kleurstof blijft na het afspoelen een kleurvlek op het geanodiseerde aluminium achter als de sealing onvoldoende was.
- Bij de afnametest, die tegenwoordig meestal wordt uitgevoerd volgens ISO 3210 (in een oplossing van chroomzuur en fosforzuur), mag een bepaald gewichtsverlies niet worden overschreden.
- Heel vaak wordt de admittantiemeting uitgevoerd (soms impedantiemeting genoemd) van anodiseerlagen als controle op de sealing (admittantie is de schijnbare wisselstroomgeleiding).

Bij twijfelgevallen is de afnametest maatgevend; deze wordt gebruikt als arbitragemethode.

Van de bovenstaande testen is de afnametest destructief. Dat wil zeggen dat een deel van het materiaal wordt afgezaagd/geknipt en onderzocht. De druppeltest laat wel altijd een lichte vlek over maar deze test kan op een niet zichtbare plaats worden uitgevoerd. De admittantietest, mits goed uitgevoerd, laat geen schade achter op het materiaal en wordt door veel anodiseerbedrijven dagelijks ter productiecontrole uitgevoerd.

### **Waar keuren?**

Visuele keuring beperkt zich over het algemeen tot de zichtvlakken. Keuring op andere eigenschappen, zoals laagdikte en sealing, geldt in principe alleen op daarvoor overeengekomen vlakken. Op zichtvlakken zijn deze keuringen alleen mogelijk als ze niet-destructief zijn. Wil men een andere keuringsmethode uitvoeren, dan voert men deze bij voorkeur niet uit op zichtvlakken om beschadigingen te voorkomen.

Bij de keuring kan men er namelijk van profiteren dat de eigenschappen van anodiseerlagen op vrijwel alle vlakken gelijk zijn. Het is belangrijk dat bij de keuring nauwkeurig vaststaat op welke plaatsen gekeurd kan worden, ter voorkoming van moeilijkheden.

### **Wanneer keuren?**

Keuring van anodiseerwerk moet als regel direct na ontvangst worden uitgevoerd. De ervaring leert dat door ondeskundige behandeling (slecht transport, ondeskundige opslag, verontreinigingen) allerlei beschadigingen, vlekken en verkleuringen kunnen ontstaan, waardoor de indruk wordt gewekt dat het anodiseren niet goed is uitgevoerd.

Een keuring nadat de werkstukken eerst enige malen zijn getransporteerd, vervolgens een half jaar op een bouwplaats onder een zeil in vochtige omgeving opgeslagen zijn geweest, daarna zijn besmeurd met cementvlekken en weer zijn schoongeveegd en tenslotte spatten hebben gekregen van het wassen van de gevel met zoutzuur, heeft natuurlijk geen enkele zin. Toch komt het herhaaldelijk voor dat reeds geruime tijd na aflevering (een jaar of meer) het anodiseerbedrijf ter verantwoording wordt geroepen voor de kwaliteit van het anodiseerwerk. In hoofdstuk 14, dat handelt over onderhoud en levensduur, wordt op deze kwestie nader ingegaan.

### **Keuringsmethoden**

De keuringsmethoden voor in Nederland geleverd anodiseerwerk zijn voldoende nauwkeurig omschreven in de Qualanod kwaliteitseisen onder toepassing van de daarin genoemde ISO-normen.

Indien voor buitenlandse opdrachtgevers wordt gewerkt, zal veelal een buitenlandse norm worden gehanteerd. De meeste buitenlandse normen komen thans ook overeen met de Qualanod kwaliteitseisen. De keuringseisen kunnen in buitenlandse normen iets anders liggen. Zo wordt in Engeland vrijwel altijd voor buitentoepassing een laagdikte van 25 µm gevraagd.

## 12. Eigenschappen geanodiseerd aluminium

Aluminium wordt geanodiseerd om de toch al goede corrosieweerstand van het materiaal nog verder – en in belangrijke mate – te verbeteren en het geschikt te maken voor technische toepassingen. Het fraaie uiterlijk van aluminium blijft daarbij behouden als men het blank laat anodiseren. Wordt er gekleurd geanodiseerd aluminium gebruikt, dan zorgt de goede oppervlaktegesteldheid van dit materiaal die door anodiseren bestendig wordt voor een langdurig gelijkblijvend fraai oppervlak.

Anodiseerlagen zijn elektrisch isolerend.

### **Anodiseerlagen zijn corrosiewerend**

Anodiseerlagen, hoofdzakelijk bestaand uit de inerte stof aluminiumoxide, bieden weerstand aan een grote verscheidenheid van agressieve stoffen. Helaas bevinden zich in geïndustrialiseerde en dicht bevolkte landen, zoals Nederland, enige bestanddelen in de atmosfeer, die op de duur zelfs anodiseerlagen niet ongemoeid laten.

Toch hoeft men dit niet lijdzaam te ondergaan. Door regelmatig reinigen, dat met eenvoudige middelen kan worden uitgevoerd (zie hoofdstuk 14), wordt het vuil verwijderd vóórdat het schade kan doen en de levensduur van anodiseerlagen wordt daardoor sterk verlengd. Ook een auto blijft langer mooi als hij regelmatig een wasbeurt krijgt.

### **Slijtvastheid**

Zo handelend kan men ten volle profijt trekken van een andere goede eigenschap van anodiseerlagen namelijk hun hardheid en slijtvastheid. Anodiseerlagen zijn harder dan glas en ook na langdurig gebruik gaat er nauwelijks materiaal van de anodiseerlaag verloren. Metingen aan gebouwen van tientallen jaren oud hebben bewezen, dat veranderingen in laagdikte na een dergelijke lange tijd nauwelijks aantoonbaar waren.

### **Hardheid, brosheid**

Anodiseerlagen zijn zeer hard, maar het aluminium eronder is veel zachter. Bij een slagbelasting, waardoor een deuk in het aluminium ontstaat, of bij buigen van geanodiseerd plaatmateriaal, vervormt het aluminium en ontstaan haarscheurtjes in de anodiseerlaag. Alleen bij zeer nauwkeurige waarneming zijn deze scheurtjes zichtbaar, dus voor het uiterlijk is dit niet erg. Op plaatsen, waar geen corrosie te verwachten is, bijvoorbeeld op droge plaatsen, binnenshuis, zijn dan geen moeilijkheden te verwachten. Bij buitentoepassing echter, waar corrosieve invloeden zich doen gelden, moet men het ontstaan van scheuren in de anodiseerlaag vermijden. Hoe men dit moet doen is duidelijk: niet vervormen na het anodiseren.

Dat houdt in dat het zorgvuldig behandelen bij opslag en transport (zie hoofdstuk 10) ook geldt bij nabewerkingen (zie hoofdstuk 13).

### **Veranderingen van het uiterlijk**

Enig glansverlies zal bij decoratief anodiseren optreden naarmate de laagdikte toeneemt. Het is door een iets aangepaste werkwijze echter mogelijk elektrolytisch of chemisch gepolijst aluminium zodanig te anodiseren, dat de fraaie glans behouden blijft. Bij dikkere anodiseerlagen, zoals in de architectuur worden gebruikt, is enig glansverlies niet storend, omdat de ondergrond als regel een satijnfinish heeft.

## **Maatveranderingen**

Bij het anodiseren treden maatveranderingen op omdat de ontstane oxidelaag dikker is dan het materiaal waaruit deze is gevormd. Deze maatveranderingen zijn in de meeste gevallen zo gering, dat men er geen rekening mee behoeft te houden.

Wanneer men werkt met nauwkeurige passingen, is het nodig meer van deze maatveranderingen te weten. Als men een aluminium werkstuk anodiseert met een laagdikte van 20  $\mu\text{m}$ , zal het niet aan beide zijden 20  $\mu\text{m}$ , dus in totaal 40  $\mu\text{m}$  dikker worden, maar minder. In het algemeen zal circa een derde of de helft van de dikte van de anodiseerlaag uit het metaaloppervlak groeien en tweederde, respectievelijk de helft, erin. Hoe groot deze waarden zijn hangt af van de gebruikte aluminiumlegering en van de procesomstandigheden bij het anodiseren.

Voor werk, waarvoor nauwe maattoleranties gelden, moet men door het behandelen van proefstukken de exacte maatveranderingen vaststellen. Er moet wel rekening worden gehouden met maatafwijkingen door egaliserend beitsen, omdat door de beitsbewerking al voor het anodiseren materiaal wordt verwijderd. Het is wenselijk reeds in de fase van productontwikkeling advies te vragen aan een anodiseerbedrijf dat hierin gespecialiseerd is.

## **Legeringen**

De eigenschappen van de anodiseerlaag worden in belangrijke mate bepaald door de gebruikte legering. Er wordt immers geen laag opgebracht, maar het te anodiseren aluminium wordt omgezet in aluminiumoxide.



## 13. Bewerken na anodiseren

Bij bewerkingen, die na het anodiseren worden uitgevoerd, is het een voordeel dat een anodiseerlaag een goede bescherming biedt en zeer slijtvast is. Die laag is echter ook hard en glasachtig.

*Sommige bewerkingen kunnen niet worden uitgevoerd zonder de anodiseerlaag te beschadigen. Bij andere bewerkingen is de aanwezigheid van een anodiseerlaag zo storend dat de beoogde bewerkingen niet uitvoerbaar zijn.*

### Spaanloze bewerkingen

Buigen, omzetten, doordrukken van gaten (dimpelen) en soortgelijke bewerkingen hebben een zodanige vervorming van de anodiseerlaag tot gevolg dat deze scheurt. De bescherming tegen corrosie wordt op de vervormde plaatsen verminderd.

*Algemeen moet worden aanbevolen deze bewerkingen vóór het anodiseren uit te voeren. In een enkel geval, namelijk wanneer het verlies aan corrosieweerstand kan worden getolereerd, kunnen deze bewerkingen ook na het anodiseren plaatsvinden, omdat de scheurtjes vrijwel onzichtbaar zijn.*

### Verspanende bewerkingen

Verspanende bewerkingen van geanodiseerd aluminium beperken zich meestal tot het in het verstek zagen van profielen en het boren van gaten. De gebruikte zagen en boren moeten zijn voorzien van hardmetalen snijkanten om snel bot worden van het gereedschap te voorkomen, omdat dit meestal samengaat met ongewenste oververhitting en overmatige braamvorming. Mechanisch bewerkte plaatsen van geanodiseerd aluminium bezitten geen anodiseerlaag en hebben een verminderde corrosieweerstand.

*In de praktijk blijkt de corrosie aan blanke verstekken erg mee te vallen. Voor volledige zekerheid kan men extra maatregelen nemen, zoals het gebruik van speciale sealers (afdichtmiddelen) of kitten.*

### Verbindingstechnieken

Schroefverbindingen, vaak uitgevoerd met zelftappende schroeven, kunnen evenals boutverbindingen goed worden toegepast. Bij het aandraaien van boutverbindingen moet men er voor zorgen dat door het gebruik van goede onderleggingen onder de boutkop en de moer, de anodiseerlaag niet wordt beschadigd. Verzinkte stalen schroeven, bouten, moeren en ringen zijn bruikbaar mits voorzien van een voldoende dikke zinklaag (zie hiervoor NEN 22081).

In verband met de zeer lange levensduur van geanodiseerd aluminium wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van roestvast stalen bevestigingsartikelen, type AISI 304 in een 'normale' atmosfeer en van type AISI 316 in een agressief milieu.

Lijmen als verbindingstechniek wordt op aluminium op grote schaal toegepast in de vliegtuigbouw. Het is duidelijk dat deze techniek dan ook voor veel andere toepassingen geschikt is. Voor geanodiseerd aluminium zijn speciale verbindingstechnieken ontwikkeld, bijvoorbeeld voor de architectuur, waarbij men gebruik maakt van speciaal gevormde verbindingstukken om profielen samen te voegen. De constructie is hierbij aangepast aan de eigenschappen van het geanodiseerd aluminium.

*Lassen van geanodiseerd aluminium is niet mogelijk, omdat hierdoor de anodiseerlaag wordt vernield. Puntlassen is vrijwel onmogelijk, omdat de anodiseerlaag elektrisch isolerend is. Door klinken ontstaan gemakkelijk scheuren in de anodiseerlaag.*

## Combineren met andere metalen

Bij het combineren van aluminium met andere metalen moet rekening worden gehouden met het feit dat aluminium een zeer onedel metaal is. In combinatie met vrijwel alle andere metalen vormt aluminium een corrosie-element, waarin aluminium de onedele pool is, die wordt aangetast. De ongunstige combinatie aluminium-koper (of koperlegeringen) moet worden vermeden. Direct contact aluminium-ijzer kan leiden tot roestafzetting op het aluminium, waardoor het erg bedrieglijk veel lijkt dat het aluminium zelf geroest is. Ook ijzerspanen en ijzerslijpsel kunnen dit verschijnsel veroorzaken.

*Kort na het verschijnsel van roestvorming kunnen de vlekken door een goede reiniging nog verwijderd worden. Blijft de roest langer op het aluminium, dan is deze niet meer te verwijderen. Blijvende verkleuring en corrosie zijn het gevolg.*

Roestvast stalen bouten worden, zoals hierboven reeds beschreven, vaak met succes toegepast voor het vastzetten van geanodiseerd aluminium.

## Verontreinigingen

Niet-metallische materialen in contact met geanodiseerd aluminium kunnen soms moeilijkheden veroorzaken. Hiertoe behoren cementhoudende materialen.

*Beton en specie kunnen wanneer zij in natte toestand op geanodiseerd aluminium komen, witte vlekken veroorzaken. Vers beton en specie reageren sterk alkalisch en tasten de anodiseerlaag duidelijk aan. Ramen en gevels moeten daarom worden gemonteerd in betonwerk dat al gereed is. Betonstorten na het monteren van geanodiseerd aluminium moet sterk worden afgeraden. Om bij bouwkundige toepassingen aantasting van aluminium aan de achterzijde tegen te gaan moet men (bijvoorbeeld met bitumen of kunststof) een zodanige bescherming aanbrengen, dat geen inwerking van beton op aluminium kan plaatsvinden.*

## Reinigen

Reinigingsbewerkingen van geanodiseerd aluminium worden uitgevoerd als onderhoud of tijdens of kort na de verwerking ervan tot gebruiksartikel, onderdeel of in de bouw.

Reinigen als onderhoud wordt besproken in hoofdstuk 14.

De grootste gevaren, die geanodiseerd aluminium in de eerste fase van zijn bestaan bedreigen, zijn:

- te laat reinigen;
- reinigen met ondeugdelijke middelen.

Te laat reinigen wil zeggen dat schadelijke stoffen die op geanodiseerd aluminium zijn terechtgekomen, niet voldoende snel worden verwijderd. Hierdoor krijgen zij gelegenheid het oppervlak aan te tasten. Specieresten vormen daarvan een duidelijk voorbeeld. Eigenlijk moet morsen van specie op aluminium altijd worden vermeden door een goede bescherming en door zorgvuldig werken.

Verontreinigingen op geanodiseerd aluminium moeten zo snel mogelijk worden verwijderd. Hiervoor moet uitsluitend gebruik worden gemaakt van water met synthetische reinigingsmiddelen, waarna goed gespoeld moet worden.

*Ondeugdelijke reinigingsmiddelen worden soms gebruikt voor het reinigen van grote oppervlakken. Men gebruikt dan, om snel te werken, krachtige middelen, zoals alkalische reinigers, fosforzuurhoudende producten en zelfs zoutzuur. Deze producten moeten ten sterkste worden afgeraden. Ook pannensponzen van staalwol of messing zijn schadelijk voor geanodiseerd aluminium.*

*Bijzondere voorzorgen moeten worden genomen, wanneer in de buurt van geanodiseerd aluminium met schadelijke reinigingsmiddelen wordt gewerkt. Wanneer een gevel wordt gewassen met verdund zoutzuur om specieresten te verwijderen moet het aluminium zeer goed worden beschermd. De*

*praktijk leert echter dat in die gevallen meestal toch beschadigingen optreden. Deze werkwijze moet daarom worden vermeden.*

### **Behandelen met was**

Vaak wordt aanbevolen geanodiseerd aluminium van een waslaag te voorzien om het oppervlak waterafstotend te maken. Hierbij wordt ook siliconenwas genoemd. Vanuit het aluminium gezien bestaat hiertegen geen bezwaar, maar soms kan was echter voor problemen zorgen.

*Een met was bedekt oppervlak is afstotend voor veel producten. Dit geldt in het bijzonder voor siliconenwas. Moeilijkheden kunnen optreden bij het inzetten van glas in aluminium ramen die met siliconenwas zijn behandeld. De inwielstopverf of de kit hecht niet op het metaal. Tegenwoordig wordt echter voor het beglazen van aluminium vaak Neoprene rubber gebruikt, waarbij deze moeilijkheden niet optreden.*

*Siliconen, die op glas terechtkomen, kunnen hinderlijke druppelvorming veroorzaken (dit verschijnsel is ook bekend bij autoruiten). Schilderen in een omgeving, waar siliconen zijn gebruikt kan grote moeilijkheden opleveren. Siliconen zijn te verwijderen met alcohol (spiritus), maar dit moet wel zorgvuldig gebeuren, want reeds kleine hoeveelheden siliconen zijn duidelijk merkbaar.*

## 14. Onderhoud en levensduur

### Reinigingsonderhoud

Bij regelmatig reinigingsonderhoud (een frequentie van een of meerdere keren per jaar) aan glad afgewerkt aluminium gevelmateriaal, kan men in het algemeen van de volgende reinigingsmethode bij de uitvoering van reinigingsonderhoud aan geveldelen uitgaan:

- afspoelen van los vuil;
- inzetten met een daartoe geschikt reinigingsmiddel in de door de fabrikant/leverancier aanbevolen concentratie;
- na de nodige inwerktijd, de werking van het reinigingsmiddel mechanisch ondersteunen. Dit kan gebeuren met zowel spons, pad, of eventueel met een mechanisch aangedreven borstel. Hierbij mogen slechts witte pads (non- woven nylon) en zachte borstels worden gebruikt;
- afspoelen met ruim stromend water om zo de losgeweekte vervuiling en residuen van het reinigingsmiddel af te voeren.

Bij reinigingsonderhoud zoals boven genoemd kunnen min of meer neutrale reinigingsmiddelen worden toegepast.

Na het uitvoeren van een reinigingsonderhoudsbeurt aan geanodiseerd aluminium kan het wenselijk zijn om een conservering van het aluminium uit te voeren. Dit geschiedt meestal met een water- en/of olieafstotend product. Voor een deel zijn deze producten te vergelijken met professionele onderhoudsmiddelen in de autobranche. Het vakkundig aanbrengen van deze producten vereist praktische ervaring. Het product hecht zich aan het oppervlak en dringt enigermate in de poriën in. Naast technische bescherming brengt het ook een optische verbetering. De duurzaamheid van deze producten is beperkt.

### Achterstallig onderhoud

Niet altijd wordt reinigingsonderhoud op tijd of op de juiste manier uitgevoerd. In het eerste jaar valt dit vaak niet zo op, maar na enkele jaren begint het achterwege laten van dit onderhoud zichtbaar te worden. Glans en kleur lopen achteruit. Vaak wordt het reinigingsonderhoud achterwege gelaten uit financiële overwegingen. Het geld dat bespaard wordt is vaak meer dan nodig om de achterstandssituatie op te heffen. Soms is dan al onherstelbare schade ontstaan. Het wil echter niet zeggen dat geen enkel herstel meer mogelijk is.

Als geanodiseerde geveldelen lang niet zijn gereinigd zien ze er vaak vlekkerig en mat uit. Als er geen schade is ontstaan door invloeden vanuit het omliggende gevelmateriaal is meestal met de nodige inspanning weer een acceptabel en toonbaar onderhoudsniveau te bereiken. De eventuele corrosie is uiteraard niet meer te verhelpen.

Waar normaal reinigingsonderhoud kan geschieden met neutrale reinigingsmiddelen geeft het gebruik van deze reinigingsmiddelen bij achterstallig onderhoud een onvoldoende resultaat. Geanodiseerd aluminium heeft een harde oppervlaktestructuur. Dit laat zich goed reinigen met inerte polijstmaterialen zoals bimsmeel (gemalen puimsteenpoeder). Met deze middelen is meestal een goed schoon oppervlak te bereiken, zonder risico's voor het aluminium, de omliggende materialen, de mens en het milieu. Als na reiniging toch nog enigszins een vlekkerig oppervlak achterblijft, kan met behulp van de ook bij regelmatig onderhoud ingezette conserveringsmiddelen een belangrijke verbetering van het optisch resultaat worden bereikt.

Eventuele ontstane corrosie kan door het nemen van drastische maatregelen (stralen, respectievelijk het toepassen van sterke zuren) verwijderd worden, waarna een hoogwaardig coatingsysteem moet worden aangebracht om verdere aantasting te voorkomen. Meestal moet daarbij kliklijsten en raamrubbers worden verwijderd om alle aangetaste plekken te kunnen bereiken en om een goede (kanten)dekking aan het coatingsysteem te kunnen geven. Eventuele verwijdering, bijvoorbeeld bij volgende schades, is arbeidsintensief en milieubelastend.

*(Bron: Onderhoud & Reiniging van Aluminium; VMRG, september 2004)*

### Hoe vaak reinigen?

De frequentie van het reinigen is afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden en van de natuurlijke bewassing door regen.

- Groep I: Normale atmosfeer, natuurlijke reiniging door regen.  
Eenmaal per jaar reinigen met lap of borstel en overvloedig water. Eventueel gebruik maken van een neutraal synthetisch reinigingsmiddel.
- Groep II: Zeeatmosfeer of industrieel milieu, natuurlijke reiniging door regen.  
Reinigen als groep I, doch tweemaal per jaar.
- Groep III: Geen natuurlijke reiniging door regen.  
Reinigen als groep I, maar nu drie keer per jaar.  
Bovendien het aluminium "meenemen" bij het reinigen van ruiten bij gebruikmaking van een neutraal synthetisch reinigingsmiddel.

### Levensduur

De levensduur van geanodiseerd aluminium van vergelijkbare kwaliteit en gebruikt onder vergelijkbare omstandigheden, blijkt in de praktijk soms uiteen te lopen. Dat wordt vooral veroorzaakt door een verschillende aanpak van het onderhoud en het reinigen.

De praktijk heeft aangetoond dat ook onder moeilijke omstandigheden geanodiseerd aluminium enige tientallen jaren dienst kan doen zonder noemenswaardige aantasting. Maar dan moet wel een goed reinigingsschema worden aangehouden.

**Colofon**

STANOD  
Einsteinbaan 1  
Postbus 2600  
3430 GA Nieuwegein  
Telefoon 030 - 605 33 44  
Telefax 030 - 605 32 08  
E-mail [stanod@metaalunie.nl](mailto:stanod@metaalunie.nl)