

## Het kleuren van roestvast staal



## Euro Inox

Euro Inox is de Europese organisatie voor marktontwikkeling van roestvast staal.

De leden van Euro Inox zijn:

- de Europese producenten van roestvast staal
- de nationale organisaties voor de marktontwikkeling van roestvast staal
- de organisaties van de legeringselementenindustrie

De voornaamste doelstelling van Euro Inox is het promoten van enerzijds de unieke eigenschappen van roestvast staal en anderzijds het gebruik ervan in bestaande toepassingen en nieuwe markten. Om dit doel te bereiken organiseert Euro Inox evenementen en levert zij ondersteuning via zowel gedrukte als elektronische media, om architecten, ontwerpers, voorschrijvers, producenten en eindgebruikers beter vertrouwd te maken met het materiaal. Euro Inox ondersteunt zowel technisch onderzoek als marktonderzoek.

ISBN 978-2-87997-361-6

|                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 978-2-87997-364-7 | Duitse versie      |
| 978-2-87997-359-3 | Engelse versie     |
| 978-2-87997-362-3 | Finse versie       |
| 978-2-87997-363-0 | Franse versie      |
| 978-2-87997-365-4 | Italiaanse versie  |
| 978-2-87997-366-1 | Poolse versie      |
| 978-2-87997-367-8 | Spaanse versie     |
| 978-2-87997-360-9 | Tsjechische versie |
| 978-2-87997-369-2 | Turkse versie      |
| 978-2-87997-368-5 | Zweedse versie     |

### Vaste Leden

#### Acerinox

[www.acerinox.com](http://www.acerinox.com)

#### Aperam

[www.aperam.com](http://www.aperam.com)

#### Outokumpu

[www.outokumpu.com](http://www.outokumpu.com)

#### ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni

[www.acciaiterni.it](http://www.acciaiterni.it)

#### ThyssenKrupp Nirosta

[www.nirosta.de](http://www.nirosta.de)

### Geassocieerde Leden

#### Acroni

[www.acroni.si](http://www.acroni.si)

#### British Stainless Steel Association (BSSA)

[www.bssa.org.uk](http://www.bssa.org.uk)

#### Cedinox

[www.cedinox.es](http://www.cedinox.es)

#### Centro Inox

[www.centroinox.it](http://www.centroinox.it)

#### Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

[www.edelstahl-rostfrei.de](http://www.edelstahl-rostfrei.de)

#### International Chromium Development Association (ICDA)

[www.icdachromium.com](http://www.icdachromium.com)

#### International Molybdenum Association (IMOA)

[www.imoa.info](http://www.imoa.info)

#### Nickel Institute

[www.nickelinstitute.org](http://www.nickelinstitute.org)

#### Paslanmaz Çelik Derneği (PASDER)

[www.turkpasder.com](http://www.turkpasder.com)

#### Polska Unia Dystrybutorów Stali (PUDS)

[www.puds.pl](http://www.puds.pl)

#### Swiss Inox

[www.swissinox.ch](http://www.swissinox.ch)

Het kleuren van roestvast staal  
 Eerste editie 2011  
 (Reeks Materiaal en Toepassingen, Volume 16)  
 © Euro Inox 2011

### **Uitgever**

Euro Inox  
 Diamant Building, A. Reyerslaan 80  
 1030 Brussel, België  
 Tel: +32 2 706 82 67  
 Fax: +32 2 706 82 69  
 E-mail: info@euro-inox.org  
 Internet: www.euro-inox.org

### **Auteur**

Alenka Kosmač, Brussel (B)

### **Vertaling**

Ed Barsukoff/N.W. Buijs, Almere (NL)

### **Woord van dank**

Euro Inox wil mevr. Catherine Houska uit TMR Pittsburgh in PA (VS) graag bedanken voor haar bijdrage en het kritisch doornemen van het concept.

### **Foto's omslag**

Steel Color S.p.a., Pescarolo Ed Uniti (I) (links)  
 Inox-Color GmbH, Walldürn (D) (rechts onderaan)

### **Disclaimer**

Euro Inox heeft haar uiterste best gedaan om erop toe te zien dat de informatie in dit document technisch correct is. Toch willen wij de lezer erop wijzen dat het hier geboden materiaal slechts een informatief karakter heeft. Euro Inox en haar leden aanvaarden geen enkele aansprakelijkheid voor verlies, schade of letsel als gevolg van het gebruik van de informatie in deze publicatie.

## **Inhoudsopgave**

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | Inleiding  | 2  |
| 2   | Elektrochemisch kleuren                                  | 3  |
| 2.1 | Corrosiebestendigheid                                    | 6  |
| 2.2 | Veroudering door licht en weersinvloeden                 | 8  |
| 2.3 | Toepassingen van elektrolytisch gekleurd roestvast staal | 8  |
| 3   | Zwartkleuring van het oppervlak                          | 9  |
| 4   | PVD coatings of gesputterde kleur                        | 10 |
| 5   | Coil coating   | 12 |
| 6   | Schilderen   | 14 |
| 7   | Metallische coatings                                     | 16 |
| 8   | Het reinigen van gekleurd en gelakt roestvast staal      | 17 |
| 8.1 | Voorreiniging  | 17 |
| 8.2 | Routinematige reiniging                                  | 17 |
| 8.3 | Vandalisme, ongelukken en herstellende reiniging         | 18 |
| 9   | Het specificeren van gekleurd roestvast staal            | 19 |
| 10  | Literatuur   | 20 |

### **Auteursrechten**

Dit document is onderworpen aan auteursrechten. Euro Inox behoudt alle rechten met betrekking tot vertaling in alle talen, herdruk, hergebruik van illustraties, presentatie en uitzending. Geen enkel gedeelte van deze publicatie mag worden gereproduceerd, in welke vorm of op welke wijze ook opgeslagen in een elektronisch of mechanisch gegevensbestand, bewaard als fotokopie, opname of anderszins, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Euro Inox, die eigenaar is van de auteursrechten. Overtreding kan gerechtelijke stappen tot gevolg hebben, waarbij op grond van het Luxemburgse auteursrecht binnen de Europese Unie een financiële schadevergoeding alsmede een vergoeding van de juridische kosten kan worden geëist.

# 1 Inleiding

Als we denken aan roestvast staal, is er geen reden om de keuze van de kleur te beperken tot zilverkleurig. Er is een breed spectrum aan ondoorschijnende en transparante kleuren beschikbaar. De textuur van het onderliggende oppervlak kan dan zichtbaar blijven en een warme aanblik geven. De buitengewoon hoge corrosiebestendigheid van roestvast staal maakt dat gekleurd roestvast staal een uitstekend en duurzaam materiaal is voor toepassingen waaraan hoge eisen worden gesteld [1].

Roestvast staal behoort tot een groep materialen met een aantal unieke eigenschappen. Omdat roestvast staal wordt beschermd door een passieve laag op het oppervlak, gevormd door een reactie tussen chroom uit het staal en zuurstof uit de omgevende lucht, is er geen extra bescherming van het oppervlak nodig zolang het geselecteerde type geschikt is voor de betreffende omgeving. Als het oorspronkelijke oppervlak wordt beschadigd door onbedoeld krassen of opzettelijk schuren van het oppervlak, wordt dit laagje onmiddellijk hersteld in aanwezigheid van zuurstof. In deze publicatie wordt onder meer uitgelegd hoe deze beschermende laag door chemische processen zodanig kan worden gemodificeerd dat metallische kleuren worden gevormd. De laag kan ook worden gehard door elektrolyse.



*Afhankelijk van de dikte van de passieve laag ontstaan lichtinterferenties, die als kleuren worden waargenomen.*

## 2 Elektrochemisch kleuren

Het is al lang bekend dat roestvast stalen oppervlakken kunnen worden gekleurd door deze te behandelen in een warme oplossing van chroom- en zwavelzuur of in een oxidatiemiddelen bevattende warme alkalische oplossing. Om dit commercieel aantrekkelijk te maken, zijn er al vele experimenten uitgevoerd. De zo verkregen gekleurde lagen bleken echter te zacht en te poreus te zijn om voldoende weerstand te bieden tegen slijtage en krassen [2].

De eerste doorbraak in het kleuren van roestvast staal vond plaats in 1972, met een kleurmethode die bekend staat als het Inco-proces, dat gebaseerd is op het anodisch stroomloos aanbrengen van chromoxide.

Sindsdien zijn diverse eigendomsrechtelijke variaties in het kleuren van roestvast staal ontwikkeld, waaronder het onderdompelen van het materiaal in een warme oplossing van chroom- en zwavelzuur, gevolgd door kathodische uitharding in een andere zure oplossing. Volgens deze methode wordt geen extra pigmentlaag of andere laag met kleurstoffen opgebracht, die de eigenschappen van roestvast staal negatief zou kunnen beïnvloeden. Volgens het kleurproces wordt de passieve chromoxidelaag, die roestvast staal corrosiebestendig maakt, op chemische wijze verdikt. De kleuren worden gevormd door de interferentie die optreedt wanneer lichtgolven door de transparante passieve laag lopen [3].

Austenitisch roestvast staal is bijzonder geschikt voor dit elektrochemische of interferentie kleurproces. De tijd dat het staal wordt ondergedompeld in de zure oplossing



bepaalt de dikte van de oppervlaktelaag, de interferentie (of filtering) van de lichtgolven, het kleureffect en de intensiteit van de kleur – vergelijkbaar met het regenboog-effect van een zeepbel of van olie op een oppervlak. Het specifieke kleureffect van de laag (brons, goud, rood, purper, blauw en groen) wordt bepaald door de laagdikte, die tussen  $0,02\ \mu\text{m}$  en  $0,36\ \mu\text{m}$  ligt. Ferritisch roestvast staal kan alleen via deze methode donkergrijs worden gekleurd.

*Kiosken bekleed met gekleurd roestvast staal zijn te vinden op toeristische plekken in Wenen.*

*Goudkleurig roestvast staal geeft een warme uitstraling aan entreehallen. Foto: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (1)*

*De waargenomen kleur is afhankelijk van de invalshoek van het licht.*



De kleurloze chromoxidelaag vervaagt niet onder invloed van ultraviolet licht en omdat er bij het kleurproces geen pigmenten worden gebruikt, kan de vormgeving na de behandeling worden uitgevoerd, zonder dat de laag gaat scheuren. Wanneer het materiaal bijvoorbeeld wordt geplooid, zal de inerte laag aan de gebogen kant wat dunner worden en tot een marginale vermindering van de kleurdiepte leiden [4]. De kleur kan gelijkmatig worden aangebracht of juist ongelijkmatig om een regenboogeffect te creëren. Er zullen lichte variaties in kleur zijn en voor grotere oppervlakken moet de gewenste kleur met behulp van een reeks kleurmonsters worden vastgesteld. De kleur is afhankelijk van de weg die het licht aflegt door de transparante passieve laag en verandert als het oppervlak vanuit een andere hoek wordt bekeken. Om dezelfde reden zal de kleur van het roestvast staal ook veranderen door buigen of vormen van de panelen. Hier moet al in de ontwerpfase rekening mee worden ge-

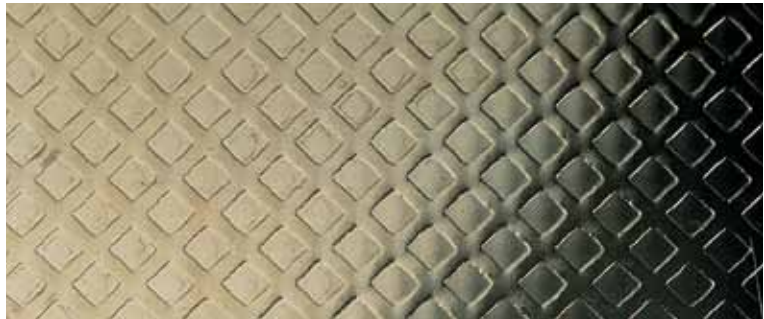
houden. De kleurvariatie die wordt verkregen door het buigen van grotere panelen, kan als ontwerpelement worden gebruikt [1].

Als de kleur van grote gebogen oppervlakken zo gelijkmatig mogelijk moet zijn, dan wordt het oppervlak onderverdeeld in segmenten met behulp van kleine vlakke panelen.

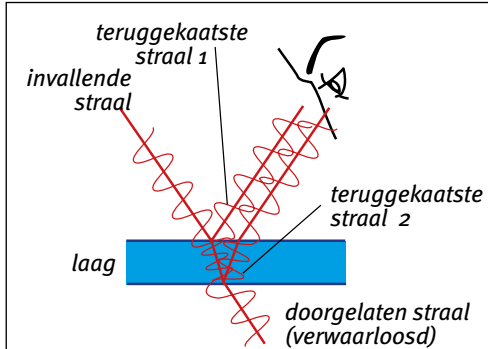
Omdat de passieve oppervlaktelaag doorschijnend is, wordt de uiteindelijke aanblik bepaald door het onderliggende substraat. Een dof oppervlak geeft bijvoorbeeld een zachte, matte kleur, terwijl een spiegelglanzend gepolijst oppervlak heldere kleuren geeft. In tegenstelling tot gelakte oppervlakken, zal de kleur na verloop van tijd niet vervagen door blootstelling aan zonlicht. Als het oppervlak echter wordt beschadigd door krassen, fabricage of corrosie, kan dit niet worden hersteld [4].

De kleur kan ook door schuren worden verwijderd, daarom mag het materiaal niet worden gebruikt op plaatsen waar het beschadigd kan worden, zoals in gebieden met veel verkeer of rondwarrelende abrasieve deeltjes [2, 5]. De kleur van het oppervlak kan worden verwijderd door beitsen, etsen of elektrolytisch polijsten.

Roestvast staal dat op deze wijze gekleurd is, kan niet worden gelast zonder het oppervlak te beschadigen. Vanwege deze beschadiging door hitte, moeten las- en hardsoldeerwerkzaamheden op voldoende afstand van deze materialen worden uitgevoerd. Zacht solderen met speciale soldeersels en vloeimiddelen op gekleurde oppervlakken is wel mogelijk. Zolang de hardingstemperatuur niet te hoog is, kan lijmen zonder restricties worden toegepast. Schroeven, vastklinken en vastklemmen zijn geschikte mechanische bevestigingsmethoden [3].



*Het oorspronkelijke oppervlak en de mate van reflectie worden niet beïnvloed door het elektrochemisch kleurproces.*



**Het principe van lichtinterferentie**

De stralen 1 en 2 interfereren met elkaar

De golflengte binnen de laag is korter:

$$l' = l / n$$

$n$  = de brekingsindex van de laag

Straal 1 ondergaat een faseverandering van 180 graden



Lichtinterferentie in de film van een zeepbel



Het kleurspel van pauwenveren wordt veroorzaakt door licht dat door een oppervlak van meerdere lagen wordt teruggekaast.

Bron: <http://www.mwit.ac.th/>

**2.1 Corrosiebestendigheid**

De corrosiebestendigheid van het gekleurde oppervlak is afhankelijk van het type roestvast staal. Het proces versterkt de passieve laag, waardoor elektrochemisch gekleurd roestvast staal aanvankelijk beter bestand is tegen putcorrosie dan ongekleurde oppervlakken. Onderzoeken hebben echter aangetoond dat deze geringe verbetering slechts voor de korte termijn geldt [6]. Als het waarschijnlijk is dat een roestvast staal type in een bepaalde omgeving corrosieverschijnselen zal vertonen, zal dat ook het geval zijn als het oppervlak gekleurd is. In tegenstelling tot ongekleurde oppervlakken, waarvan lichte corrosievlekken meestal kunnen worden verwijderd zonder het uiterlijk aan te tasten, kunnen gekleurde oppervlakken zelfs al bij lichte corrosie een blijvende verandering ondergaan. Verwijdering van het corrosieproduct zal ook de kleur veranderen. Daarom moet het te kleuren roestvaste staal van een zodanige kwaliteit zijn dat er geen corrosie zal optreden in de omgeving waaraan het wordt blootgesteld [3]. Er is literatuur verkrijgbaar met informatie over geschikte types roestvast staal voor architectonische toepassingen [7, 8]. Tabel 1 laat zien dat korte tot middelmatige blootstelling aan gewone voedselproducten en bouwchemicaliën het uiterlijk van elektrochemisch gekleurd roestvast staal niet verandert. De minste corrosie op het oppervlak zal de kleur van het aangetaste gebied permanent doen verdwijnen. Er moet dus zorgvuldig op worden toegezien dat de gekozen legering de vereiste corrosiebestendigheid heeft.



**Tabel 1: Corrosiebestendigheid van gekleurd 1.4301/304 tegen diverse chemicaliën [2]**

| Agens                       | Conc. (%) | Temp. (°C)       | Time (h) | Kleur  |           |        |
|-----------------------------|-----------|------------------|----------|--------|-----------|--------|
|                             |           |                  |          | Groen  | Geelbruin | Zwart  |
| Cementwater                 | (°C)      | Tijd             | 50<br>10 | ∅<br>□ | ∅<br>□    | ∅<br>□ |
| Natriumcarbonaat            | (uur)     | 50<br>100        | 50<br>10 | ∅      | ∅         | ∅      |
| Natronloog                  |           |                  |          | ∅      | ∅         | ∅      |
| Reinigingsmiddel (neutraal) | 5         | 50<br>100        | 50<br>10 | ∅      | ∅         | ∅      |
| Aceton                      | 100       | Kamertemperatuur | 200      | ∅      | ∅         | ∅      |
| Lakverdunner                | -         | Kamertemperatuur | 200      | ∅      | ∅         | ∅      |
| Trichloorethyleen           | -         | Kamertemperatuur | 200      | ∅      | ∅         | ∅      |
| Sojasaus                    | -         | 100              | 10       | ∅      | ∅         | ∅      |

∅ Geen kleurverandering    □ Lichte kleurverandering



*Elektrolytisch gekleurd roestvast stalen oppervlakken zijn buitengewoon UV-bestendig.  
Foto: Rimex Metals, Enfield (GB)*

*Al sinds 1975 geeft elektrochemisch gekleurd roestvast staal de Rei-yuuka Shakaden Tempel in Japan een mooi uiterlijk. Foto: Nickel Institute, Toronto (CA)*



## 2.2 Veroudering door licht en veroudering door weersinvloeden

Gekleurd roestvast staal heeft een lange levensduur omdat het geen pigmenten of kleurstoffen bevat, die door omgevingsinvloeden kunnen verbleken. De kleur zal niet vervagen door zonlicht of weersinvloeden. Uit de literatuur is bekend dat er bij elektrochemisch gekleurde dakpanelen zelfs na 30 jaar geen kleurverandering optreedt [1]. Bovendien scheurt of schilfert het gekleurde oppervlak niet en is het bestendig tegen veroudering [3].



*Gekleurd roestvast staal accentueert de driedimensionale geometrie van het Banca S. Marino gebouw. Foto: Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (I)*

*De voorgevel van het Brand Loyalty gebouw in Eindhoven is gebouwd volgens de staande naadtechniek, een traditionele techniek die bij dakbedekkingen gebruikt wordt. Foto: Rimex Metals, Enfield (GB)*



## 2.3 Toepassingen van elektrolytisch gekleurd roestvast staal

Wat gekleurd roestvast staal vooral aantrekkelijk maakt, is de kleurverandering ten gevolge van variaties in de lichtomstandigheden en –invalshoeken van zowel kunstlicht als natuurlijk licht. Het is belangrijk dat de voor meerdere paneelkenmerken bedoelde platen goed met elkaar overeenkomen. Toepassingen van gekleurde platen en panelen zijn o.a.: architectonische buitenbekleding (gevels, pilaren, dakbedekking, etc.), binnenbekleding in gebieden met weinig verkeer, borden, winkeldisplays en beeldhouwwerken.

Krassen op gekleurd roestvast staal kunnen niet worden hersteld. Het is daarom het meest geschikt voor toepassingen waarbij het niet te vaak wordt blootgesteld aan krassen en schuren [9].

### 3 *Zwartkleuring van het oppervlak*

Roestvast stalen oppervlakken kunnen gemakkelijk worden zwartgekleurd door onderdompeling in een gesmolten zoutbad van natriumdichromaat. Deze eenvoudig toepasbare methode wordt veel gebruikt in de auto-industrie om roestvast stalen onderdelen (zoals ruitenwissers) zwart te kleuren en door fabrikanten van roestvast stalen zonnepanelen.



Volgens deze methode, die toepasbaar is voor elk roestvast staal type, wordt een zeer dunne, gladde, zwarte oxidelaag op het oppervlak van het staal gevormd. De laag heeft meestal een dofzwarte kleur, maar kan met behulp van oliën en wassen helder worden gemaakt. Hij heeft niet de neiging om te verouderen of in het gebruik zijn kleur te verliezen. Tot de temperatuur waarbij het roestvast staal hitteverkleuringen begint te vertonen is de laag vervormbaar en hittebestendig, schilfert niet en bladdert niet af. Zwartgekleurd roestvast staal is enigszins vervormbaar zonder beschadigingen aan te brengen en de laag heeft een goede weerstand tegen abrasieve inwerking. Deze kan door corrosie en zeer intensief schuren worden verwijderd.

Het zoutbad heeft een temperatuur van ongeveer 400 °C en na de onderdompeling (gedurende 5 tot 30 minuten) volgt een spoeling met water. Zonnepanelen hebben na 5 minuten de meest ideale zwarte kleur, terwijl auto-onderdelen ongeveer 30 minuten nodig hebben om een diepere zwarte kleur te krijgen [16]. Het proces wordt ook gebruikt voor kleinere architectonische componenten en bestekgrepen als de zwarte laag krasbestendiger moet zijn dan met elektrochemisch kleuren mogelijk is.



*Een absorptieplaat voor een warmwater-zonnepaneel kan van zwartgekleurd roestvast staal worden gemaakt. Foto's: Energie Solaire, Sierre (CH)*



*Zwart gekleurd roestvast staal wordt veel gebruikt voor ruitenwissers en decoratieve onderdelen van motorfietsen. Foto (bovenaan): Steel Color, Pescarolo Ed Uniti (I)*

## 4 PVD coatings of gesputterde kleur



*PVD coatings geven harde oppervlakken en krasbestendige oppervlakken*

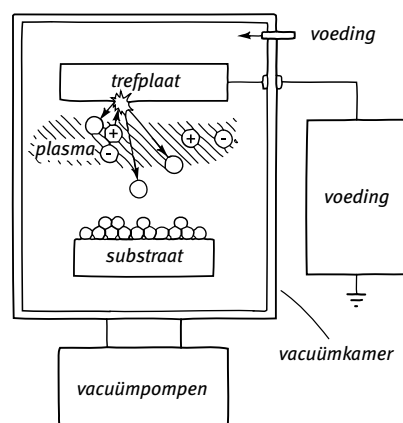
Omdat het aanbrengen van coatings door fysische dampafzetting (PVD) een volledig spectrum aan kleuren mogelijk maakt, is dit een populaire methode voor het aanbrengen van esthetische effecten op bijvoorbeeld grote metalen panelen, kranen, deurbeslag, glasdeurkozijnen en consumentenproducten. Coatings, aangebracht door dampafzetting, worden ook op grote schaal gebruikt voor industriële en consumentgerichte toepassingen. Het oppervlak is aanzienlijk beter bestand tegen slijtage en wrijving en heeft een hoge hardheid. Bovendien heeft de coating een consistente, uniforme en duurzame kleur. In tegenstelling tot het elektrochemische proces, is de kleur van het oppervlak hier niet afhankelijk van de gezichtshoek. Het is ook veel krasbestendiger.

Het fysisch aanbrengen van coatings door dampafzetting (PVD) is een algemeen begrip dat het aanbrengen van een dunne laag op een oppervlak beschrijft (zoals metalen platen, snijgereedschap, sluitingen, glas, halfgeleiderwafers en zelfs ook verpakkingsmateriaal voor consumentenproducten). Het

coatingmateriaal wordt verdampt en vervolgens op het substraat aangebracht. Er kunnen diverse methoden worden gebruikt om het coatingmateriaal te smelten, zoals hoog vermogen boogverdamping, lasers, hoge dampdruk en bombardement door plasmaontlading (sputtering). Deze dampdeeltjes bewegen vervolgens door een vacuümkamer gevuld met een inert gas (meestal argon) en worden vervolgens op het substraat afgezet. De term PVD werd voor het eerst gebruikt in 1966, het proces werd echter al in 1838 gebruikt door Michael Faraday om coatings aan te brengen.

Figuur 1 geeft een schematische weergave van het sputterproces. In zijn eenvoudigste vorm verloopt het proces in een edelgas bij een lage druk (0,1–10 Pa). Het sputterproces begint nadat een elektrische ontleding tot stand is gekomen en argon is geïoniseerd. Elektrische ontleding onder lage druk staat bekend als gloeiontlading en het geïoniseerde gas wordt plasma genoemd.

De argon ionen botsen tegen de trefplaat (bron van het deklaagmateriaal), die niet moet worden verward met het substraat (het te coaten voorwerp). Het materiaal wordt van de trefplaat losgemaakt door impuls energie uitwisseling. Sputteren is de beste techniek voor het aanbrengen van dunne lagen. Dit aanbrengen kan op een gecontroleerde manier worden uitgevoerd. De adhesie is goed en de kwaliteit, structuur en gelijkmatigheid van de laag zijn uitstekend [10].



**Figuur 1:** Schematische weergave van het werkgas in het sputterproces

De kleuren en keramische samenstellingen van de oppervlaktelagen die met dit proces kunnen worden verkregen, zijn o.a. goud, roze goud, brons, blauw, zwart en wijnrood. Aangezien de coating heel dun is (gewoonlijk 0,3  $\mu\text{m}$ ), is het onderliggende oppervlak zichtbaar. Leveranciers van finishes brengen voordat zij het oppervlak coaten vaak patronen aan door etsen, polijsten of graveren. Hoewel het voor agressieve toepassingen, zoals deurbeslag, wordt gebruikt, moet er rekening mee worden gehouden dat de kleur kan worden aangetast bij blootstelling aan agressieve omstandigheden. Dit kan niet worden hersteld [1].



Het voordeel van PVD coatings is dat de laag (mits dik genoeg) helemaal dicht en zo goed als vrij van poriën is. Vocht en gassen dringen daardoor veel minder snel of in het geheel niet meer het substraat binnen [10]. Als echter het roestvast staal tijdens de fabricage gebogen of vervormd moet worden, is het belangrijk dat het materiaal bij ontvangst aan een buigtest wordt onderworpen.

Om te bepalen of er problemen zijn met de adhesie aan het oppervlak hoeft alleen

maar een klein stukje metaal strak te worden omgebogen. Bij verwerkingsproblemen kan tijdens de buig- of belastingtest delaminatie van de coating optreden. Dit zou niet mogen plaatsvinden bij een topkwaliteit leverancier.

Als er moet worden gelast, dient dit voor het aanbrengen van de keramische laag te gebeuren [1].

Decoratieve metaalplaten met een PVD laag worden veelal voor liften en als kolombekleding gebruikt op plaatsen met veel voetgangersverkeer [11].



*Door sputteren kunnen keramische oppervlakken met uitzonderlijk hoge slijtvastheid worden verkregen. Foto: Inox-Color, Walldürn (D)*

*PVD coatings zijn in diverse kleuren verkrijgbaar. Foto's: Hans Hollein Atelier, Wenen (A)*



## 5 Coil coating

Coil coating is een bekend proces voor het inline kleuren van roestvast stalen rollen, dat meestal wordt uitgevoerd door een staalfabrikant of een gespecialiseerd bedrijf. Er is een breed scala aan kleuren mogelijk en er kunnen heldere lakken (antivingerafdruk oppervlakken) aangebracht worden.

Voorafgaand aan het coatproces wordt het roestvast staal chemisch gereinigd en gespoeld. Het staalsubstraat kan zowel austenitisch als ferritisch zijn en aan de coatings kunnen specifieke eigenschappen worden gegeven, zodat ze optimaal functioneren in de omgeving waar ze worden toegepast.

Primers en aflakken worden met een roller in een continue lijn op het oppervlak van de roestvast stalen rol aangebracht. Het voorbewerkte oppervlak wordt van een primer voorzien, in een convectieoven gehard en vervolgens afgelakt. Er zijn diverse coatings beschikbaar voor verschillende toepassingen, omgevingen of bedrijfsomstandigheden. Gecoat roestvast staal wordt met succes in veeleisende omgevingen gebruikt, zoals bijvoorbeeld in tunnels met veel ver-



*Het rode roestvast stalen oppervlak in het metrostation Piazzale Carlo Maciachini in Milaan is een echte attractie. Foto: Centro Inox, Milaan (I)*

keer, die vaak slecht geventileerd zijn en worden gekenmerkt door een hoog gehalte aan vocht en vervuilende uitlaatgassen.

De corrosiebestendigheid van het roestvast staal als substraatmateriaal wordt niet verhoogd door de aangebrachte kleuren. In geval van krassen of beschadigingen aan de verf en op de randen, wordt de intrinsieke corrosiebestendigheid van roestvast staal echter volledig benut, vooral op de ongeverfde achterzijde. In tegenstelling tot conventionele materialen (bijv. gelakt galvaniseerd staal), zijn gecoate roestvast stalen rollen ongevoelig voor blaasvorming en delaminatie op gesneden randen [12]. Het aanbrengen van verf wordt om esthetische redenen gedaan of om het materiaal niet-verblindend of ongevoelig voor vingerafdrukken te maken, het biedt geen extra bescherming tegen corrosie.



*Op roestvast staal kunnen zowel heldere als ondoorschijnende coatings worden aangebracht. Foto: Replasa, Astrain, Navarra (E)*



*De als tunnelbekleding gebruikte roestvast stalen rollen worden gecoat om verblinding te voorkomen. Foto: ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, Terni (I)*

Gecoate rollen zijn niet lasbaar, maar door lijmen kan het materiaal heel goed worden samengevoegd [13]. Als de randen van de platen niet gecoat zijn, lijkt de lasmethode veel op die van ongelakt roestvast staal. Anders moeten enkele eenvoudige regels worden aangehouden [12]:

- Laserlassen en plasmalassen kan zonder speciale voorzorgsmaatregelen worden toegepast. Het is niet nodig de randen ongelakt te laten.
- Wanneer puntlassen wordt toegepast, wordt geadviseerd het gebied rond het te lassen gedeelte mechanisch te schaven.

Er is een groot assortiment aan coatings beschikbaar, die onder andere worden gebruikt voor huishoudelijke apparatuur, meubelen, architecturale panelen en decoratieve panelen, koelcellen, klimaatsystemen, metalen deuren en verlichting [14, 15]. Door een zeer strikte beheersing van de procesparameters zijn de kleuren precies reproduceerbaar. Leveranciers hebben over het algemeen de meest gevraagde kleuren op voorraad, maar bij bestellingen van minimale hoeveelheden is praktisch elke kleur mogelijk.

*Gecoat roestvast staal kan in gevelelementen worden verbogen. Foto: Centro Inox, Milaan (I)*



## 6 Schilderen



*Om bij de historische omgeving te passen is deze roestvast stalen brug in Venetië zwart geschilderd. Foto's: IMOA, Londen (GB)*

Roestvast staal wordt op dezelfde manier geschilderd als andere metalen, het verschil is dat het vooral om esthetische redenen wordt gedaan en niet om bescherming tegen corrosie te bieden. Bij het schilderen van nieuwe objecten moet er rekening mee worden gehouden dat het roestvast stalen substraat veel minder gevoelig is voor omgevingsinvloeden dan de verf. Besluitvormers moeten daarom goed overwegen wat er later moet gebeuren als de verflaag veroudert. Soms worden de objecten opnieuw geschilderd, maar in andere gevallen kiezen de eigenaars ervoor het roestvast staal te ontdoen van de verfrestanten en het blanke oppervlak te behouden.

Het niet voldoen van verf komt meestal door een slechte hechting doordat het oppervlak niet goed is schoongemaakt en voorbereid, met als gevolg lelijke schilfers en mogelijk corrosie. Bij elk lakproces

moet er goed op worden gelet dat het oppervlak vrij is van zouten, vervuulende stoffen, olie, grond, roest, corrosieproducten en andere kleine deeltjes. Het oppervlak moet een zekere ruwheid hebben om een goede hechting mogelijk te maken en bij roestvast staal moet bovendien de passieve laag kort voor het lakproces worden verwijderd omdat deze een goede hechting in de weg zou staan. Roestvast stalen oppervlakken zijn hard en glad, vooral als ze koud gewalst zijn of heel glanzend zijn afgewerkt. Wanneer het oppervlak ruw moet zijn, wordt dit gedaan door beitsen, zuuretsen, stralen met een abrasief middel, of borstelen met een roestvast staalborstel. Zo snel mogelijk na het ruw maken van het oppervlak moet een geschikte metaalprimer (etsprimer) en verfsysteem worden opgebracht, zodat de passieve laag niet de kans krijgt zich te herstellen.

*Roestvast stalen leuning is voor slechtziende mensen gemakkelijker te vinden als ze gekleurd zijn. Foto: Rimex Metals, Enfield (GB)*





Stralen met abrasieve middelen kan op diverse wijzen worden uitgevoerd. Door kogelstralen wordt de ruwheid van het oppervlak verhoogd. Dit mag alleen worden uitgevoerd op zware onderdelen, zoals constructiedelen en dikke platen, die niet vervormd worden door de kogeltjes. Het kan het best worden uitgevoerd met schone, harde, niet-ijzerhoudende deeltjes met verhoudingsgewijs kleine korrelgrootte, aangedreven door een luchtstraal die geheel vrij is van compressorolie. Soms worden ook glasparelstralen toegepast. Soms is het mogelijk om vervorming van dun plaatmateriaal te voorkomen door een ondersteunende plaat. Dit mag echter alleen door ervaren bedrijven worden uitgeprobeerd.

Advies over het te gebruiken laktype en de te gebruiken procedures voor het aanbrengen van primers en aflakken kan het beste aan verffabrikanten worden gevraagd. Een voor roestvast staal geschikte metaalprimer (etsprimer) kan worden gebruikt voor het verwijderen van de passieve laag op een al voldoende ruw oppervlak. Warmgewalste oppervlakken, 2B en 2D afgewerkte oppervlakken en ruwer gepolijste oppervlakken zoals een 2G of 2J (No.4) zijn goed schilderbaar. De passieve laag moet daarbij echter wel worden verwijderd. Reinheid is een eerste vereiste bij het schilderen van roestvast staal. Het oppervlak moet schoon zijn en het is een goede gewoonte om alleen in schone, stofvrije omgevingen te werken. Aanbevolen wordt om dunne lagen aan te brengen en een lange droogtijd aan te houden tussen het opbrengen van de lagen [16].

*Om de zichtbaarheid te verhogen is het vaak wenselijk een verflaag aan te brengen. Foto's: Centro Inox, Milaan (1)*



## 7 *Metallische coatings*

Metalen coatings worden in de eerste plaats voor dakbedekkingen en dakgoten en toebehoren gebruikt, daarnaast ook voor buitenmuurpanelen [17].

Met tin bekleed roestvast staal verouderen tot een mediumgrijze tot donkergrijze tint of kunnen voorverouderd worden gekocht. Hoewel al deze materialen door krassen of abrasieve werking kunnen worden beschadigd, zal dit de corrosiebestendigheid van het substraat niet aantasten. De uiteindelijke kleur is afhankelijk van de omgeving waarin het materiaal gebruikt wordt. In tegenstelling tot koolstofstaal, worden metallische coatings op roestvast staal niet gebruikt om de corrosiebestendigheid te verbeteren.

Een laagje tin verbetert de schilderbaarheid aanzienlijk. Er zijn architectonische omgevingen waarbij voor daken en dakgoten de duurzaamheid van roestvast staal vereist kan zijn, maar een metaalachtig uiterlijk wellicht niet met de esthetiek van bijvoorbeeld monumentale gebouwen overeenstemt. Als in zulke gevallen gebruik wordt gemaakt van primers en verven die door fabrikanten worden aanbevolen, kan met tin bekleed roestvast staal worden geschilderd zonder het oppervlak voor te bewerken [17, 18]. Dit is een gemakkelijker werkwijze dan het schilderen van onbehandeld roestvast staal omdat het niet nodig is de passieve laag van het staal te verwijderen.

*Met tin bekleed roestvast staal wordt al tientallen jaren met succes toegepast in dakbedekkingen en dakgoten. Foto: Ape-ram, Luxemburg (L)*



*Het galvanisch proces kan ook worden gebruikt om een dun laagje koper op roestvast staal aan te brengen. Foto: Roofinox, Schaan (FL)*



## 8 Het reinigen van gekleurd en gelakt roestvast staal

Hoewel het substraat de intrinsieke robuustheid van roestvast staal zal hebben, heeft het laksysteem gevolgen. Abrasieve reinigingstechnieken die soms voor onbehandeld roestvast staal worden gebruikt, zijn niet geschikt voor gekleurd of gelakt roestvast staal.

Er kunnen slechts algemene aanwijzingen worden gegeven voor het onderhoud en de reiniging van gekleurd roestvast staal. Specifiek advies moet worden ingewonnen bij de productleveranciers of bij deskundige schoonmaakbedrijven met ervaring in het reinigen van elektrochemisch gekleurde oppervlakken. Sommige fabrikanten raden aan om gebruik te maken van een mild schoonmaakmiddel en een ontvettend oplosmiddel, dat ook voor motorvoertuigen wordt gebruikt. Lakfabrikanten bieden vaak gepatenteerde schoonmaakmiddelen aan voor hun laksystemen.

Omdat de kleur van roestvast staal wordt bepaald door een verdikte oxidelaag, een PVD of een zwarte oxidelaag, moet er tijdens het schoonmaken goed op worden gelet dat het oppervlak niet beschadigd wordt. Een "reparatie" houdt in dat het paneel moet worden vervangen (19).

### 8.1 Voorreiniging

Aangenomen wordt dat het oppervlak gedurende transport, opslag en installatie beschermd is.

Gekleurde en gelakte oppervlakken worden meestal beschermd met zelfklevende, verwijderbare kunststoffolie. Het is van vitaal belang dat de aanbevolen maximale levensduur van de folie bij het verwijderen niet is overschreden, anders kan lijm aan



*Ondanks de ongunstige condities binnen deze tunnel, brengt het schoonmaken van de zijwanden geen verborgen corrosie aan het licht. Foto: Centro Inox, Milaan (I)*

het metalen oppervlak blijven hechten. Als achtergebleven lijm verwijderd moet worden, dient advies te worden ingewonnen bij de leveranciers van de folie en het roestvast staal of bij een gespecialiseerd schoonmaakbedrijf [19]. Lijm op waterbasis kan meestal zonder problemen van het gekleurde oppervlak worden verwijderd. Voor sommige lijmsorten zijn echter oplosmiddelen nodig die coatings kunnen beschadigen.

### 8.2 Routinematige reiniging

De reinigingsprocedure is hetzelfde als voor onbehandeld roestvast staal, waarbij er speciaal op moet worden gelet dat het oppervlak niet beschadigd wordt. Dit geldt vooral voor gekleurd roestvast staal dat zwaar vervuild is. Hogedruk waterstraalreiniging kan het gekleurde oppervlak beschadigen. Het verdient de voorkeur onder lage druk water met een schoonmaakmiddel op te spuiten. Als het vuil blijft zitten, is dit vaak te verwijderen door voorzichtig met een zachte doek of een kunststof borstel met zachte haren te wrijven. In het algemeen is het raadzaam om advies in te winnen bij de fabrikant van gelakt of gekleurd roestvast staal of bij gespecialiseerde schoonmaakbedrijven [19].

### 8.3 Vandalisme, ongelukken en herstellende reiniging

Terwijl er technieken zijn om verf- en inktvlekken van gekleurd en gelakt roestvast staal te verwijderen, moet het verwijderen van dit soort graffiti overgelaten worden aan gespecialiseerde schoonmaakbedrijven, anders kan het oppervlak onherstelbaar worden beschadigd.

Een graffiti kras op gelakt roestvast staal heeft hetzelfde visuele effect als op gelakt koolstofstaal, met het voordeel dat de kras niet groter wordt door corrosie. Of het mogelijk is het bekraste gebied opnieuw te verven en het gelakte roestvast stalen oppervlak te herstellen, hangt af van het soort verfsysteem en of de kleur overeenkomt. Het ter plaatse herstellen van elektrochemisch gekleurd roestvast staal kan alleen door vervanging van het paneel.

Mortel en cementspatten moeten direct worden afgespoeld, omdat alkaliteit kan leiden tot kleurverandering. Als cement of mortel niet direct wordt opgemerkt, zal het uitgeharde materiaal na droging grotendeels van

het gladde oppervlak loslaten. Het restant kan daarna tijdens een machinale spoeling onder lage druk met een zachte borstel worden verwijderd, waarbij niet te hard over het oppervlak mag worden gewreven. Nadat de spatten zijn verwijderd, moeten de panelen op eventuele alkalische vlekken worden onderzocht. Als die nog steeds aanwezig zijn, zullen gekleurde panelen waarschijnlijk moeten worden vervangen. Voor gecoat roestvast staal kan worden overwogen de laklaag in het aangetaste gebied te verwijderen en opnieuw aan te brengen.

Het is duidelijk dat krasvorming moet worden vermeden en om die reden mogen nooit metalen borstels of abrasieve middelen worden gebruikt. IJzerdeeltjes kunnen het beste worden verwijderd door voorzichtig met een zachte doek te wrijven, voordat zij beginnen te roesten.

Herstellende reiniging op grote schaal moet door een erkend gespecialiseerd schoonmaakbedrijf worden uitgevoerd (19), met inachtneming van de adviezen van de leverancier van de finish.

*Schoonmaakmiddelen die geschikt zijn voor onbehandeld roestvast staal, kunnen meestal ook voor elektrochemisch gekleurd roestvast staal worden gebruikt.*



## 9 Het specificeren van gekleurd roestvast staal

In tabel 6 van EN 10088 – 2 [20] wordt de benaming 2L (speciale finish) voor gekleurde vlakke producten gebruikt. Dit betekent dat als basismateriaal alleen koudgewalst materiaal in aanmerking komt. Slechts één zijde moet voldoen aan de overeengekomen kleurtint en oppervlaktekwaliteit. Het is niet zo dat de standaard overeenkomt met bepaalde kleuren. De kleur moet worden overeengekomen tussen voorschrijver en leverancier.

Gewoonlijk is het zo dat leveranciers van afgewerkte plaatproducten stalenwaaiers ter beschikking stellen om een geschikte aflak te kunnen kiezen [9]. Voor de projectmodellen kunnen later grotere monsters worden verkregen die het hele kleurenspectrum weergeven. Deze moeten onder alle te verwachten lichtomstandigheden bekeken worden. Zij kunnen als visuele standaard voor het project dienen nadat de voorschrijver en de leverancier het eens zijn geworden.



*De lichtomstandigheden waaronder de monsters worden bekeken moeten dezelfde zijn als op de locatie van het gebouw. Foto: Inox-Color, Wall-dürn (D)*



## 10 Literatuur

- [1] Houska, C., “Coloured stainless offers a rainbow of possibilities”, Part 1, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 12, No. 1, 2005
- [2] Yoshino, M., *Application of INCO coloured stainless steel in Japan*, Nickel Development Institute, Technical series, No. 13005, 1992
- [3] Wiener, M., “Coloring Stainless Steel”, *Products Finishing*, July, 1991, pp.68-70
- [4] Cochrane, D., *Gids voor afwerkingen in roestvast staal*, Euro Inox, 2006, [http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02\\_NL.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/build/Finishes02_NL.pdf)
- [5] Rabelo Junqueira, R. M., de Oliveira Loureiro, C. R., Spangler Andrade, M., Lopes Buone, V. T., *Materials Research*, Vol. 11, No. 4, pp. 421-426
- [6] Kikuti, E., Conrado, R., Bocchi, N., Biaggio, S. R., Rocha-Filho, R. C., *Journal of the Brazilian Chemical Society*, Vol. 15, No. 4, pp. 472-480
- [7] Houska, C., *Stainless Steels in architecture, building and construction*, Nickel Development Institute, Publication No. 11024, 2001
- [8] *Which Stainless Steel Should be Specified for Exterior Applications*, IMOA, [http://www.imoa.info/\\_files/stainless\\_steel\\_selection\\_sw.html](http://www.imoa.info/_files/stainless_steel_selection_sw.html)
- [9] *Specifying coloured stainless steel finishes and their applications*, BSSA, <http://www.bssa.org.uk/topics.php?article=187>
- [10] *Metals Handbook, Ninth Edition: Volume 13 – Corrosion*, ASM International, pp. 456-458
- [11] <http://www.metalresources.net/pdfs/DecorativeSheetMetalFinishes.pdf>
- [12] *Vernest – Coloured Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VERNEST.pdf>
- [13] *Inossidabile 161*, Centro Inox, 2005, [http://www.centroinox.it/sites/default/files/rivista/inoss\\_161.pdf](http://www.centroinox.it/sites/default/files/rivista/inoss_161.pdf)
- [14] <http://www.replasa.es/index.php?id=122&L=9>
- [15] *Vivinox – Painted Stainless Steel Flat Products*, ThyssenKrupp Acciai Speciali Terni, <http://www.acciaiterni.com/db/eng/docPubblicazioni/VIVINOX.pdf>
- [16] *ASM Specialty Handbook, Stainless Steels*, ed. J.R. Davis, ASM International, 1996
- [17] Houska, C., “Colored Stainless Possibilities”, *Architectural Metal Newsletter*, Vol. 11, No. 4, 2005
- [18] *Special Finishes for Stainless Steel*, SSINA, [http://www.ssina.com/publications/spe\\_fin.html](http://www.ssina.com/publications/spe_fin.html)
- [19] *Stainless steel in architecture, building and construction, Guidelines for maintenance and cleaning*, Nickel Development Institute, Reference book, No. 11014, 1994
- [20] EN 10088-2:2005 *Stainless steels – Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip of corrosion resisting steels for general purposes*



ISBN 978-2-87997-361-6