

## Elektropolering av rostfria stål



## Euro Inox

Euro Inox är en europeisk organisation för marknadsutveckling av rostfritt stål.

Medlemmarna i Euro Inox innefattar:

- Europeiska producenter av rostfritt stål
- Nationella organisationer för marknadsutveckling av rostfritt stål
- Organisationer för marknadsutveckling av legeringsmetaller

Huvudsyftet med Euro Inox verksamhet är att skapa medvetenhet om de rostfria stålens unika egenskaper och vidareutveckla deras användning inom befintliga och nya marknadsområden. Som medel att nå dessa syften organiserar Euro Inox konferenser och seminarier, tillhandahåller information i tryckt och datoriserad form för att göra det möjligt för arkitekter, verkstäder och slutanvändare att bli mera bekanta med dessa stål. Euro Inox stöder också forskning inom teknik och marknad.

ISBN 978-2-87997-318-0

978-2-87997-310-3	Engelsk version
978-2-87997-311-1	Tysk version
978-2-87997-312-8	Finsk version
978-2-87997-313-5	Fransk version
978-2-87997-314-2	Italiensk version
978-2-87997-315-9	Holländsk version
978-2-87997-316-6	Polsk version
978-2-87997-317-3	Spansk version
978-2-87997-319-7	Tjeckisk version
978-2-87997-320-3	Turkisk version

### Ordinarie medlemmar

#### Acerinox

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

#### ArcelorMittal Stainless Belgium

#### ArcelorMittal Stainless France

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

### Associerade medlemmar

#### 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)

Elektropolering av rostfria stål  
Första upplagan 2009  
(serien Material och användningsområden, volym 11)  
© Euro Inox 2010

### Utgivare

Euro Inox  
Diamant Building, Belgien  
1030 Bryssel, Belgien  
Telefon +32 2 706 82 67  
Telefax +32 2 706 82 69  
E-post: info@euro-inox.org  
Internet: www.euro-inox.org

### Författare

Alenka Kosmač, Bryssel (B)  
Svensk översättning: Sten von Matérn Consulting,  
Enköping

### Utgivarens tack

Euro Inox framför sitt tack till Siegfried Pieslinger Schweiger, Poligrat (D) och John Swain, Anopol (UK) för deras synpunkter och kritiska granskning av manuset till denna publikation.

### Foton

Fotot på omslaget: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)

### Friskrivningsklausul

Euro Inox har lagt särskild vikt vid att informationen i denna publikation skall vara tekniskt korrekt. Läsaren bör dock observera att innehållet endast är lämnat i allmänt informationssyfte. Varken Euro Inox, dess enskilda medlemsföretag eller konsulter kan påtaga sig något ansvar för ekonomisk förlust eller skada på person eller egendom, orsakad av informationen i denna publikation.

## Innehåll

1. Introduktion	2
2. Principen	4
3. Processens steg	6
3.1 Förbehandling av metallen	7
3.2 Elektropolering	7
3.3 Efterbehandling	8
4. Elektropolering jämförd med andra ytbehandlingsmetoder	9
4.1 Mekanisk polering	9
4.2 Elektrolytisk ytbeläggning	10
5. Specifikation av elektropolerade ytor	11
6. Typiska användningsområden	12
7. Ordlista	15
8. Referenser	17

### Copyright

Denna publikation är skyddad med upphovsman-  
narätt. Euro Inox förbehåller sig alla rättigheter till  
översättning till varje språk, reproducering, återan-  
vändning av bildmaterial, uppläsning samt radio- eller  
TV-utsändning. Ingen del av denna publikation får  
reproduceras, lagras i ett datasystem eller reproducera-  
ras på varje sätt, elektroniskt, mekaniskt, fotokopie-  
rat, inspelat eller annan metod utan skriftligt tillstånd  
från innehavaren till denna copyright, Euro Inox.  
Överträdelser kommer att bli föremål för lagföring  
med skadeståndskrav inkluderande ersättning för rät-  
tegångskostnader och legala avgifter i enlighet med  
Luxemburgs lagar och regler för copyright inom den  
Europeiska Unionen.

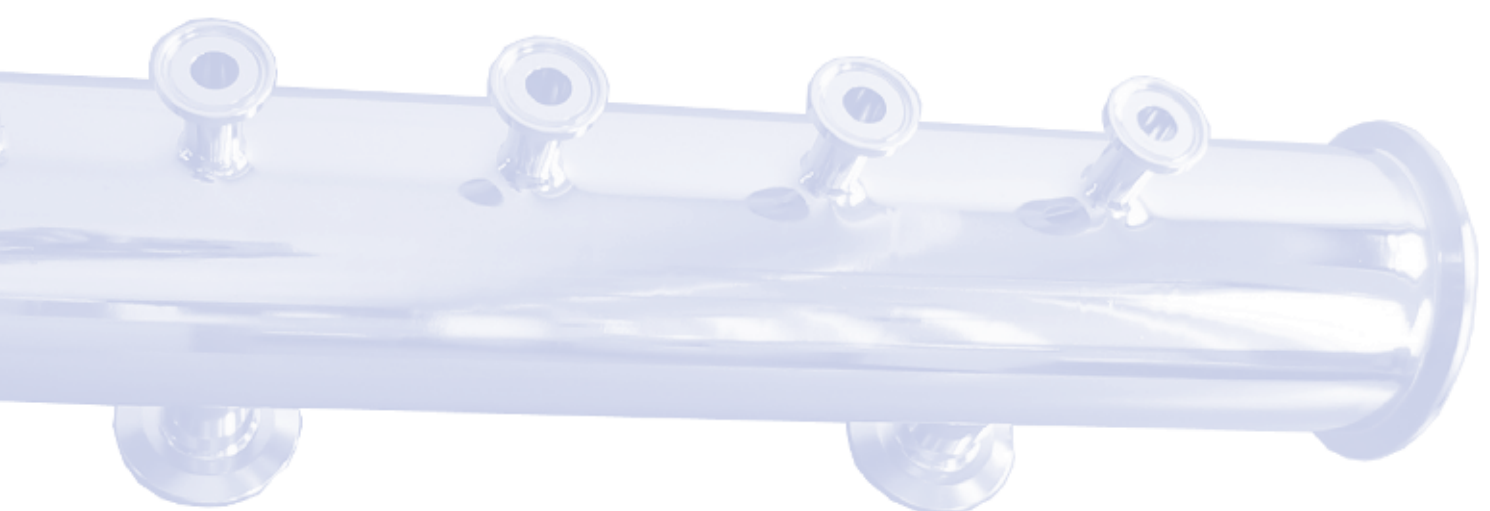
## 1 Introduktion

Elektropolering är en kemisk ytbehandlingsteknik (se särskild box), där metall avlägsnas från objektets yta, jon för jon [1]. Huvudsyftet är att minimera mikroojämheter och därigenom få dramatiskt minskad risk för vidhäftning av smuts eller beläggningar och underlätta rengöring av ytor. Elektropolering används också för att avlägsna kantgrader, öka glansen och passivera ytan.

Processen ger en felfri, metallurgiskt ren yta. Möjliga icke önskade effekter av mekanisk ytbearbetning – mekaniska och termiska spänningar, inneslutna partiklar och grov yta – undviks eller elimineras. Den inneboende korrosionshårdigheten hos varje rostfri stålsort utnyttjas fullt. Av dessa skäl har elektropolering blivit en

vanlig behandling av rostfritt stål inom industrier där kraven på korrosionshårdighet och hygien är särskilt höga. Typiska användningsområden finns inom industrier för läkemedel, biokemi och livsmedel.

Eftersom elektropolering inte medför någon mekanisk eller kemisk påverkan kan små och ömtåliga detaljer behandlas. Elektropolering kan användas nästan oberoende av föremålets form eller storlek.



## *Kemisk ytbehandling: när, till vad och varför?*

Det finns ett antal olika kemiska ytbehandlingsmetoder. Även om alla dessa bidrar till att åstadkomma en ren metallisk yta och har överlappande egenskaper, används de för helt olika ändamål.

### **Betning**

Betning avlägsnar oxider, speciellt anlöpningsfärger (svetsning) och andra missfärgningar eller korrosionsprodukter. Den ger en ren metallisk yta som är förutsättningen för att det rostfria stålets naturliga förmåga till självpassivering skall fungera. Vanligen används blandningar av salpetersyra och fluorvätesyra. Behandlingstiden är beroende av badets temperatur och mängden av föroreningar.

### **Passivering**

Självpassiveringen av rostfritt stål sker normalt spontant i närvaro av syre från luft eller vatten. Men det kan ta ett par dagar innan det passiva skiktet utvecklats till full tjocklek. En kemisk passiveringsbehandling skyndar på bildandet av det passiva

skiktet och säkerställer att det når sin fulla styrka under kontrollerade förhållanden. Passiveringen utförs i utspädd salpetersyra och behandlingstiden varierar mellan 15 minuter och en timme.

### **Dekontaminering eller syratvättning**

Denna tar bort järnhaltiga partiklar som kan ge rost om de lämnas kvar på det rostfria stålets yta – till exempel när komponenter av rostfritt stål exponerats för järnhaltiga föroreningar (slipdamm, rostpartiklar från arbeten med kolstål i närheten, slitage från verktyg, etc).<sup>1</sup>

### **Elektropolering**

Elektropolering används för att rengöra metalliska ytor, reducera mikro-ojämnheter och framkalla flera andra särskilt önskvärda effekter, som beskrivs närmare i denna publikation. Processen baseras på principen för elektrolys, som innebär flöde av elektrisk ström genom en elektrolyt som i huvudsak består av svavelsyra och ortofosforsyra. Behandlingstiden varierar vanligen mellan 2 och 20 minuter.

<sup>1</sup> se CROOKES, Roger, Pickling and Passivating Stainless Steel, Luxemburg: Euro Inox, andra uppl. 2007 (serien Material och användningsområden, volym 4) – [http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating\\_Pickling\\_EN.pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/Passivating_Pickling_EN.pdf)

## 2 Principen

Elektropolering avlägsnar metall från ett arbetsobjekt genom att tillföra en elektrisk ström medan detta är nedsänkt i en elektrolyt av viss sammansättning. Processen är i huvudsak motsatsen till elektrolytisk ytbeläggning. Vid ytbeläggning överförs metalljoner från lösningen till arbetsobjektet.

Vid elektropolering är det arbetsobjektet självt som löses upp och överför metalljoner till lösningen.

En typisk elektropoleringslinje liknar den som används för elektrolytisk ytbeläggning. En kraftkälla omvandlar växelström till lågspänd likström. För badet används en tank som antingen är av plast eller inklädd med bly. Ett antal katodplåtar av bly, koppar eller rostfritt stål anslutna till kraftkällans minuspol (-), sänks ned i lösningen. Ett eller flera arbetsobjekt fixeras mot en kontaktskena av titan, koppar eller brons. Denna är i sin tur ansluten till kraftkällans pluspol (+).

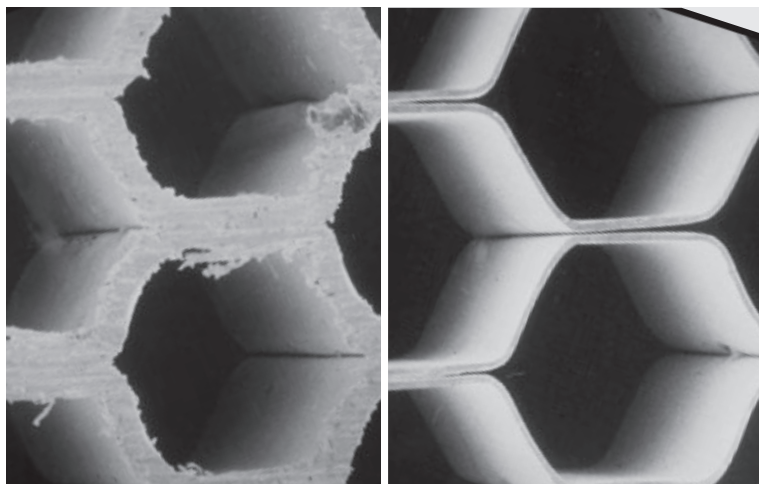
Arbetsobjektet är alltså anslutet till den positiva (anodiska) kontakten, medan den negativa (katodiska) är ansluten till

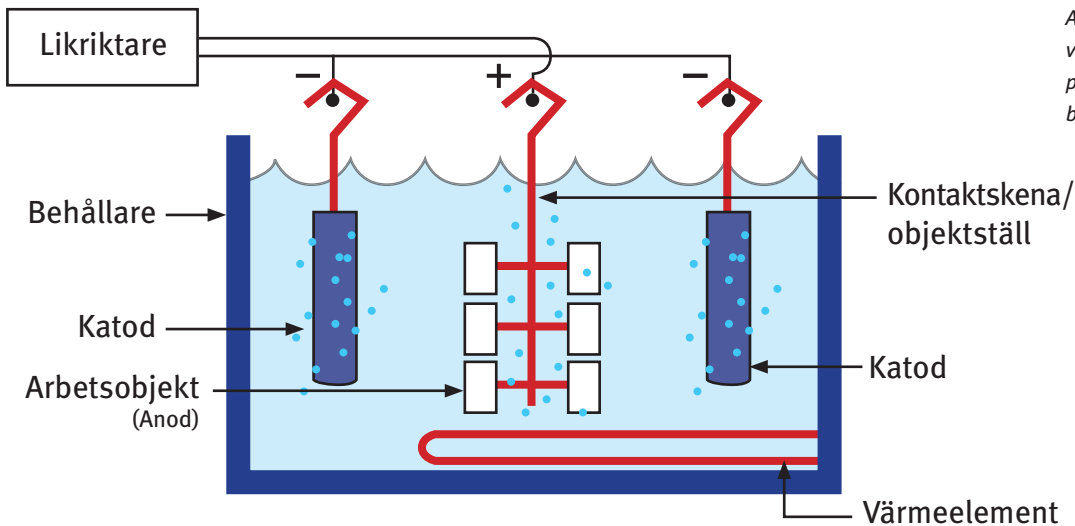
en lämplig strömledare. Både de positiva och negativa anslutningarna är nedsänkta i elektrolyten och bildar en sluten strömkrets. Den ström som ansluts är likström.

Figuren på nästa sida visar hur metalldetaljen är positivt laddad (anodiskt) och sänks ned i den kemiska lösningen. När strömmen kopplas på blir elektrolyten ledande (verktyg) och gör att metalljonerna lämnar arbetsobjektet. Samtidigt som jonerna dras mot katoden stannar huvuddelen av de lösta metallerna i lösningen. Vissa joner avskiljs som slam på katoderna, som måste rengöras regelbundet för att fungera effektivt. Gasutveckling i form av syre som bildas på metallytan driver på den elektrolytiska processen.

Den mängd metall som löses upp från arbetsobjektet står i proportion till använd strömstyrka, elektrolytens effektivitet och exponeringstiden. Under elektropoleringens förlopp får skarpa kanter och andra utskjutande ojämnheter mycket höga strömtätheter och blir mest eroderade. Parametrarna för processen väljs så att mängden avlägsnad metall begränsas så att arbetsobjektets dimensionstoleranser bibehålls.

*Elektropolering är en effektiv metod att avlägsna kantgrader – även på detaljer som är svåra att ytbehandla mekaniskt. Foto: Poligrat, München (D)*





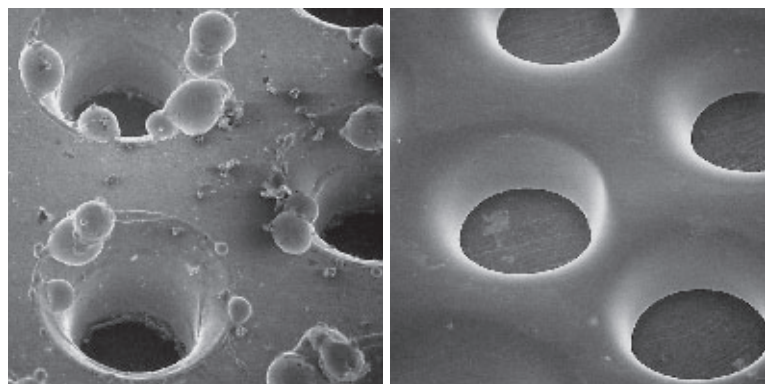
Arbetsobjektet är anod vid den elektrokemiska processen, material går bort från ytan [3].

När det gäller rostfritt stål har olikheter i hastigheten för upplösning av de olika legeringselementen stor inverkan. Järn- och nickelatomer avskiljs lättare ur kristallgittret än kromatomerna. Vid elektropleringsprocessen avlägsnas i första hand nickel och järn, vilket resulterar i ett ytskikt med högre kromhalt. Detta påskyndar och förbättrar passivering av elektroplerade ytor [2].

Det faktum att elektropleringen inte medför någon formförändring förbises ofta. Elektroplerade detaljer utsätts varken för mekaniska eller termiska belastningar vid poleringen, inte heller blir de blåstrade eller trumlade [4].

Resultaten är reproducerbara med hög precision, varför komponenter med snäva toleranser också kan behandlas utan risk <sup>2</sup>.

En mikroskopisk bild av samma yta före och efter elektroplering visar att processen resulterar i rena metalliska ytor. Foto Poligrat, München (D)



<sup>2</sup> Under förutsättning att lämplig processkontroll och hantering används, finns inga säkerhetsrisker, om kompetenta elektropleringsföretag anlitas, som ser till att effektiv ventilation finns under processen. Dessa operatörer bör också ta hand om avfallsprodukter, inklusive förbrukade syror, med godkända och säkra metoder.



### 3 Processens steg

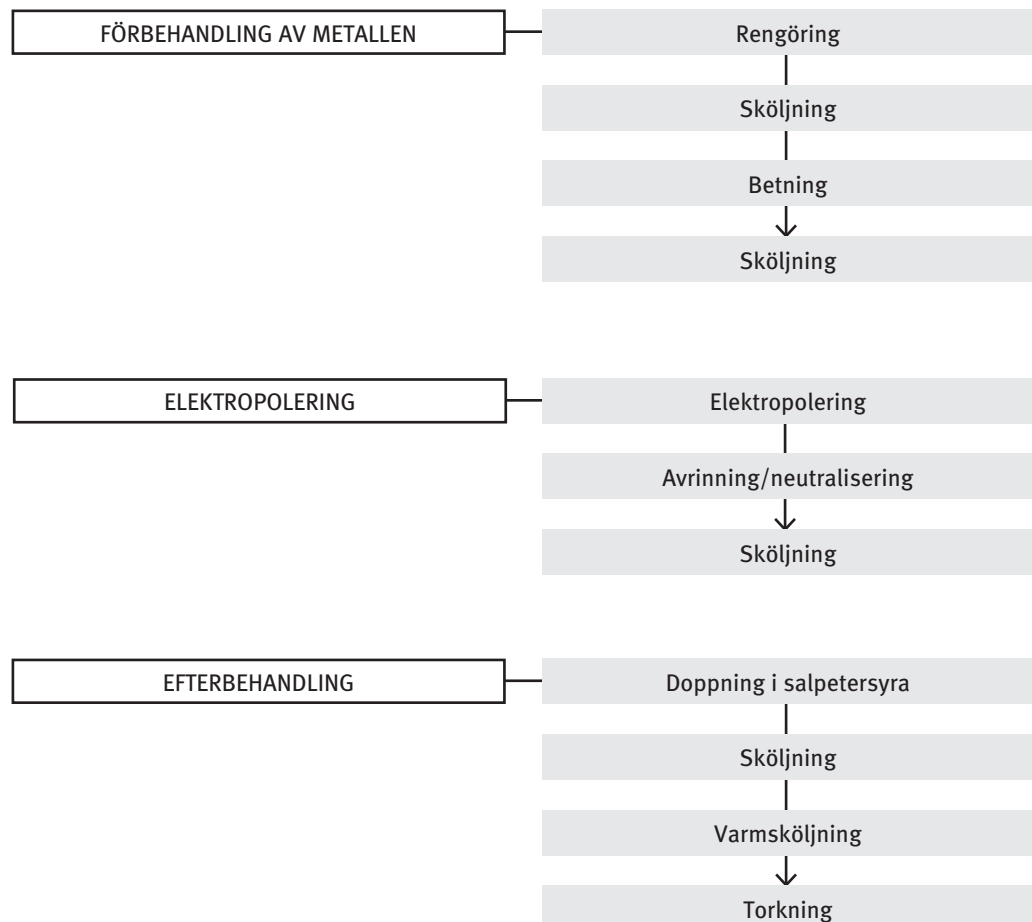
För att få en elektropolerad finish av hög kvalitet på de flesta rostfria stål måste bearbetningen utföras i tre huvudsteg [5]:

- Förbehandling av metallen: för att avlägsna fett, oljor, oxider och andra föroreningar som kan påverka jämnheten hos elektropoleringen
- Elektropolering: för att ge en slät, blank yta och/eller tar bort skarpa kanter

- Efterbehandling: för att ta bort kvarvarande elektrolyt och reaktionsprodukter från elektropoleringen och torka metallen för att undvika fläckar

Vart och ett av dessa steg kan innefatta operationer i flera bad för att nå önskat resultat.

Figuren nedan visar det typiska operationsflödet:





### 3.1 Förbehandling av metallen

Förbehandlingen omfattar två steg: rengöring/avfettning med alkaliska eller andra lösningsmedel, följt av betning om det finns anlöpningsoxider (svetsar).

Avsikten med reningen med alkaliska medel eller med lösningsmedel är att få bort all olja, fett, smuts, fingeravtryck och liknande från tillverkningen. Föroreningar på ytan som är kvar under elektropleringen kan försämra den slutliga ytfinishen. Detta är särskilt viktigt att undvika för krävande ändamål som t.ex. sjukvårds-, läkemedels- eller halvledarprodukter. Så snart detaljerna lämnat rengöringen, är det viktigt att undvika onödig kontakt med händer eller processutrustning, eftersom renlighet måste anses vara ett av huvudsyftena med all slutbehandling av metaller. Olämplig eller otillräcklig rengöring är en vanlig orsak till att detaljer blir kasserade.

En sköljtank tjänar två funktioner: Att förhindra att kemikalierester från föregående operation orsakar utspädning samt att tjäna som skydd mot att kvarvarande rester följer med till nästa steg.

Avskalning/betning i syra tar bort lätt oxidation från processer som t.ex. skärning och eliminerar alkaliska rester från rengöringen.

Principerna för sköljoperationen efter syrabetningen är i huvudsak desamma som för sköljningen efter alkalirengöringen. Den största skillnaden är att syresterna i allmänhet är mycket lättare att få bort än de

alkaliska, varför man ofta kan använda lägre flödes hastigheter och/eller kortare sköljningstider.

### 3.2 Elektroplering

Under elektropleringen går metall i lösning från den anodiska elektroden, passerar genom badet och bildar ett dubbelt metallsalt. Alla komponenterna i rostfritt stål – järn, krom och nickel – genomgår denna reaktion samtidigt, vilket resulterar i en kontrollerad utjämning av ytan. Flera sidoreaktioner kan också äga rum, vilket resulterar i biprodukter som måste hållas under kontroll för att få högsta möjliga ytkvalitet genom elektropleringen.

En typisk sammansättning av badet vid elektroplering är en lösning med 96-procentig (vikt) svavelsyra och 85-procentig ortofosforsyra. Driftsbetingelserna är följande:

- Strömtäthet: 5 till 25 A/dm<sup>2</sup>
- Temperatur: 40 till 75 °C
- Tid: 2 till 20 min
- Katoder: Rostfritt stål, koppar, bly

*Specialiserade elektropleringsspecialister ser till att alla föreskrifter för hälsa och säkerhet följs. Foto: Anopol, Birmingham (UK)*



Sköljtanken fångar upp kvarvarande lösning på objekten efter elektropleringen. Elektrolyter för rostfritt stål kräver normalt neutralisering med kaustik soda (natriumhydroxid eller kalkslam) och ger relativt stora mängder utfällningar. Specialiserade företag inom elektroplering ser till att alla krav för miljö, hälsa och säkerhet följs.

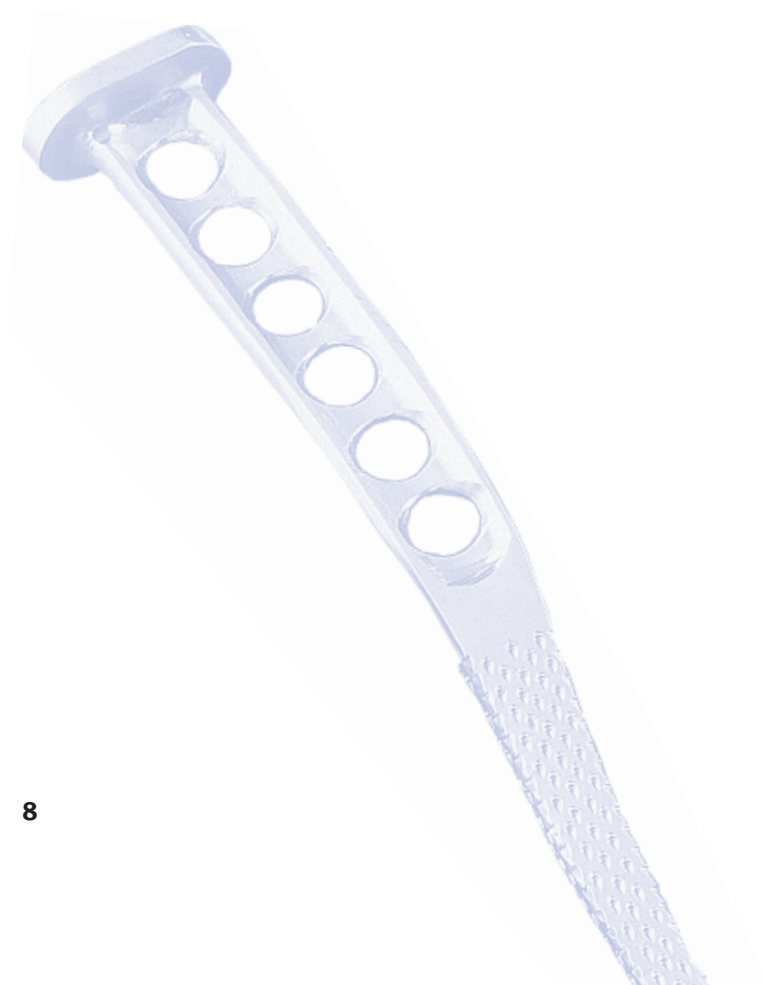
Vid sköljningen måste man ta hänsyn till att lösningarna för elektroplering är trögflytande och inte blandar sig lätt med vatten. Man måste vara noga med att inte låta lösningen torka på objekten eftersom kvarvarande syra kan orsaka fläckar eller etsmärken under lagring. Av detta skäl bör man inte använda varmsköljning som torkmetod förrän all kvarvarande elektrolyt blivit fullständigt bortsköljd.

### 3.3 Efterbehandling

Anledningen till efterbehandlingen med salpetersyra vid elektroplering är att lösa upp de skikt av kemiska biprodukter som bildas vid de elektrokemiska reaktionerna. Dessa biprodukter som mest består av fosfater och sulfater av tungmetaller är svåra att avlägsna med enbart sköljning. Men noggrann rengöring är avgörande för att ytan skall förbli oförändrad, korrosionshärdig och hygienisk under följande lagring och användning. Rester av salpetersura lösningar kan tas bort med kallt vatten, eftersom de är mera lösliga i vatten än alkaliska rester.

Det bör inte finnas några spår av kemikalier på arbetsobjekten när de går ner i varmvattnet, annars kommer detta att bli alltmer förorenat. Avsikten med varmvattensköljningen är också att höja temperaturen på metallen tillräckligt för att ge en snabbtorkning innan objekten lossas från kontaktskenan.

Vissa slag av detaljer kommer inte att torka fullständigt efter varmsköljningen. Då kan centrifugaltork, varmluftsugn och andra torkmetoder behövas för att tvinga fram en snabb avdunstning av kvarvarande fukt och förhindra fläckar på arbetsmaterialet.



## 4 Elektropolering jämfört med andra ytbehandlingsmetoder

Även om den visuella effekten av elektropolerat, mekaniskt polerat och elektrolytiskt metallbelagt material kan verka ganska likartad, så är deras användningsområden i grunden olika.

### 4.1 Mekanisk polering

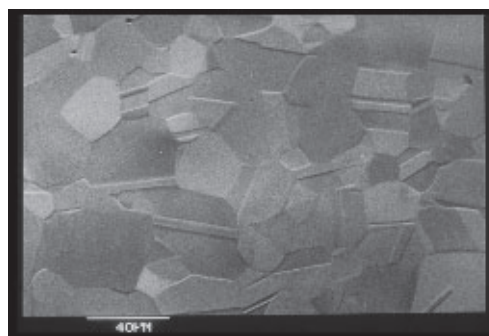
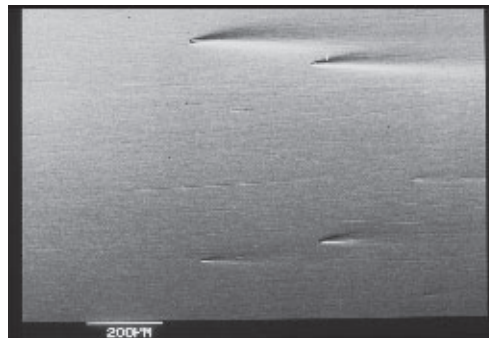
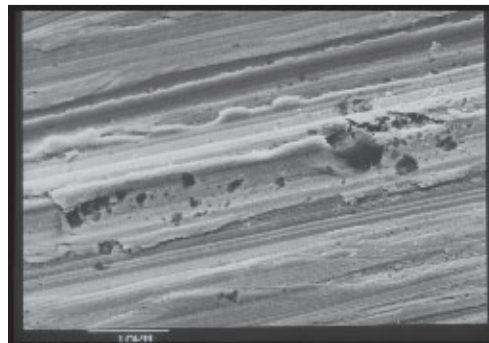
Mekanisk slipning, polering och putsning av rostfritt stål används vanligen för att få en attraktiv spegelglans på konsumentartiklar eller dekorativa byggnadskomponenter. Mekanisk polering är också lätt att utföra i verkstaden eller på byggnadsplatsen<sup>3</sup> vid reparationer.

Men processerna kan inducera spänningar i materialytan, vilket kan försämra materialets metallurgiska egenskaper och göra det mindre lämpligt för särskilt krävande miljöer. Mekanisk polering kan också vara arbetskrävande.

En mekaniskt polerad yta kan innehålla mikroskopiska repor, spänningar, metallrester och inbäddade slipmedel. Däremot är en elektropolerad yta helt utan märken. Den visar upp den ursprungliga kristallstrukturen hos metallen utan deformationer som åstadkoms av den kallbearbetning som alltid följer en mekanisk ytbehandling.

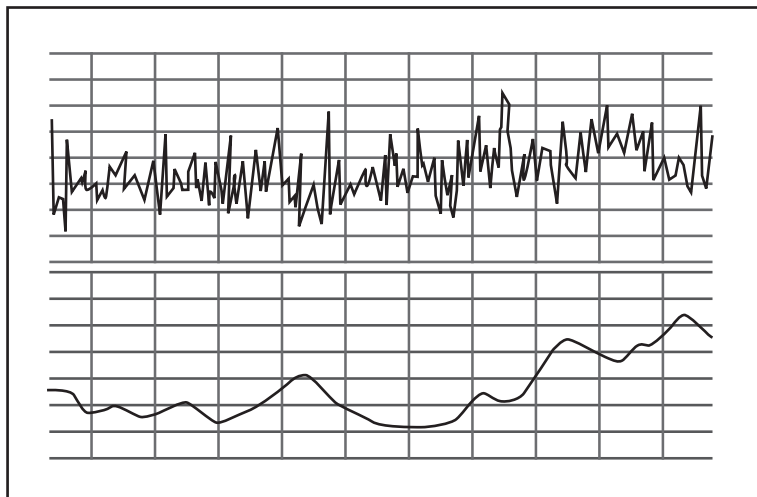
Skillnaden mellan en elektropolerad detalj och en mekaniskt ytbehandlad är ofta inte lätt att se med blotta ögat, särskilt inte om båda är polerade till samma ytfinhet. Men fördelarna med elektropolering syns däremot när man betraktar ytan under hög

förstoring. Däremot ger poleringsprocesser, där man använder slipmedel eller andra slipande eller polerande metoder alltid en deformation av metallytan, oberoende av hur liten bearbetningen är.



Yta av rostfritt stål:  
Mekaniskt slipad  
(överst), mekaniskt polerad (mitten), elektropolerad (nederst)  
Foton: Poligrat, München (D)

<sup>3</sup> se VAN HECKE, Benoit, The Mechanical Finishing of Stainless Steel Decorative Surfaces, Luxemburg: Euro Inox, 2005 (Materials and Applications Series, Vol.6) – [http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing\\_EN-pdf](http://www.euro-inox.org/pdf/map/MechanicalFinishing_EN-pdf)



Ytfinhet hos rostfritt stål, mekaniskt polerat; övre 400 korn, undre 120 korn och elektrolytiskt polerat. Båda ytorna har identiska Ra-värden. Diagr.: Poligrat, München (D)

Skillnaderna är mer än enbart topografiska. Ändringarna av materialegenskaperna på grund av kallbearbetningen tränger långt under ytan och in i materialet. Likaså kan slipmaterial bli inbäddat i ytan. Den mekaniska hållfastheten i ytan som ökar lokalt genom kallbearbetningen är en följd av de inducerade spänningarna i materialet.

En slät felfri yta kan erhållas genom att elektrolytiskt polera med optimal strömtäthet och temperatur och lämplig utformning av baden. Processen är tekniskt överlägsen mekanisk polering, eftersom den inte förorenar ytan med något främmande material och ytan som är elektrolytiskt polerad är passiverad och korrosionshärdig [6].

Elektropolering kan även användas för detaljer med komplicerad form.  
Foto: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B)

## 4.2 Elektrolytisk ytbeläggning

Starkt reflekterande ytor kan också framställas genom att ytbelägga med nickel och/eller krom på andra material, som t.ex. kolstål. Men dessa pålagda metallskikt är sällan mikroskopiskt felfria. Dessutom kan de slitas ner eller flaga av och frilägga basmetallen, som sedan kan korrodera [3]. Detta är anledningen till att förkromat kolstål t.ex. vanligen inte är ett lämpligt alternativ till elektrolytiskt polerat rostfritt stål.

Elektrolytiskt belagt högblankt rostfritt stål kan man hitta i dekorlistor på bilar. Här har man gjort en krombeläggning för att få samma visuella utseende hos delarna av rostfritt stål som hos de förkromade av kolstål. Beläggningen ger ingen ökning av det rostfria stålets korrosionshärdighet.



## 5 Specifikation av elektroplerade ytor

Elektropolering föredras i många industrier som en slutfinish för många metaller för att förstärka deras attraktiva utseende, deras hygieniska, föroreningsfria och smutsavvisande egenskaper – eller helt enkelt av dekorativa skäl. Om målet är en estetiskt tilltalande finish, kan en högvärdig elektroplering vanligen bedömas genom visuell inspektion. En mikroskopisk undersökning av ytan är ändå nödvändig, när den högsta graden av finish krävs och där det är viktigt att kunna dokumentera ytfinishen för framtida utvärdering.

Till exempel kan en högglanspolerad yta (tex. finish 8, spegelblank) för ett ovant öga se ut exakt lika som en elektroplerad.

Båda kan visa samma ytfinhetsvärden med profilmätare ( $R_a$  – medelavvikelse<sup>4</sup> eller RMS – medelvärde av profilavvikelserna). Men mikrofoton av de två ytorna kan visa en avsevärd skillnad. Den elektroplerade ytan visar sig var helt slät, medan den högglanspolerade kan ha synliga mikroskopiska repor, även intryckta slipkorn och spår av putsmedel.

Ytfinhetsmätning ger inget verkligt underlag för att bedöma hur lätt en elektroplerad yta kan rengöras efter användning eller dess hygieniska eller smutsavvisande egenskaper [1]. Det önskade utseendet – t.ex. blank eller matt – bör specificeras

av köparen. Om det inte har specificerats närmare, kan en blank yta vanligen anses acceptabel. Som ett alternativ kan prover som visar den önskade finishen eller graden av finish lämnas eller godkännas av köparen. Vid behov kan utgångsmaterialet genomgå mekanisk slipning och polering före elektroplering för att ge de önskade slutliga ytegenskaperna [7].

Vid specifikationer måste den avsedda ytan hos en artikel, som skall ytjämnas och passiveras genom elektroplering, vara fri från klart synliga defekter som gropar, ytgrovheter, skiktningar eller missfärgningar, efter undersökning med normal synskärpa på ett avstånd av omkring 0,5 m [8].

Stabiliserade rostfria stålsorter som 1.4541 eller 1.4571 används inte för ändamål som kräver elektroplering.

Anm.: Defekter i ytan hos basmaterialet som repor, porositeter eller inneslutningar kan påverka utseendet och egenskaperna hos produkten negativt.

<sup>4</sup>  $R_a$  är det aritmetiska medelvärdet av profilavvikelsernas absolutvärden mätt över en standardlängd.



### Information som skall lämnas till elektropoleringsföretag

- Numret på den standard som föreskriver elektropolering [8], stålsorten och den testmetod som kommer att användas för bedömning av produkten.
- Produktens ytutseende. Alternativt ett prov levererat av eller godkänt av köparen och som visar önskad ytfinish.
- De ytor på produkten där elektrisk anslutning kan tillåtas.
- Dimensionstoleranserna, om sådana finns, bör framgå av orderdokumentet<sup>5</sup>.
- Eventuella krav på passiveringstest<sup>6</sup>.
- Eventuella krav på att leverera en provningsrapport

## 6 Typiska användningsområden

### Rör och rörledningar

Under senare år har elektropolering visat sig ge den ideala in- och utvändiga ytfinishen för rör och rörledningar. Elektropolering är alltid nödvändig när det finns krav på bakteriefria, partikelfria och smutsavvisande ytor. Dessutom kan rör och rörledningar

dra nytta av fördelarna, minimal friktion och maximal renhet, som elektropoleringen ger. De industrier som har största nyttan av elektropolerade rör är petrokemi, kärnkraft, läkemedel, halvledare, livsmedel och dryckesvaror.

### Inom sjukvården

Sjukvården har haft nytta av elektropolering under många år. All sjukhusutrustning, medicinska och kirurgiska instrument (skalpeller, klämmor, sågar, hjärt-, ben- och ledinplantat, proteser, etc) bör vara elektropolerad för att underlätta rengöring och uppnå låga bakteriehalter. Metalliska produkter som utsätts för radioaktiv strålning och behöver regelbunden dekontaminering är förstahandsområden för elektropolering.



*Eftersom proteskomponenter och kirurgiska instrument är i kontakt med korrosiva kroppsvätskor är de elektropolerade för att ge ytorna optimal korrosionshållbarhet.*

<sup>5</sup> Normalt avlägsnas 5 till 10 µm av ytan under elektropoleringen. Men upp till 50 µm kan tas bort genom ytterligare behandling. Större mängder försvinner från hörn och kanter (d.v.s områden med hög strömtäthet) såvida inte skydd och/eller hjälpkatoder används.

<sup>6</sup> Ytterligare information finns tillgänglig i ISO 15730 eller ASTM B912.

### Halvledartillverkning

Renrum för halvledartillverkning kräver föroreningsfria och partikelfria ytor. En elektropolerad ytfinish är den optimala för metallkomponenter i ett renrum, inklusive bord, stolar, utrustningsstativ, system för tillförsel av gas och vätskor, behållare för restprodukter, belysningsarmatur, friliggande elektriska ledningsrör och kontakt-dosor, vakuumkammare och utrustning för produktion och bearbetning.

### Läkemedelstillverkning

Läkemedelsföretag lika väl som halvledartillverkare kräver ultrarena metallytor. Idag är alla inre ytor på läkemedelsblandare, transportanordningar för torra produkter, filter, silar, behållare, torkar, hackmaskiner, kylslingor, elektrodplattor, plattvärmväxlare och övrig viktig maskinutrustning elektropolerade. Vid problem med mikrobiologiska eller andra bakterier är elektropolering den

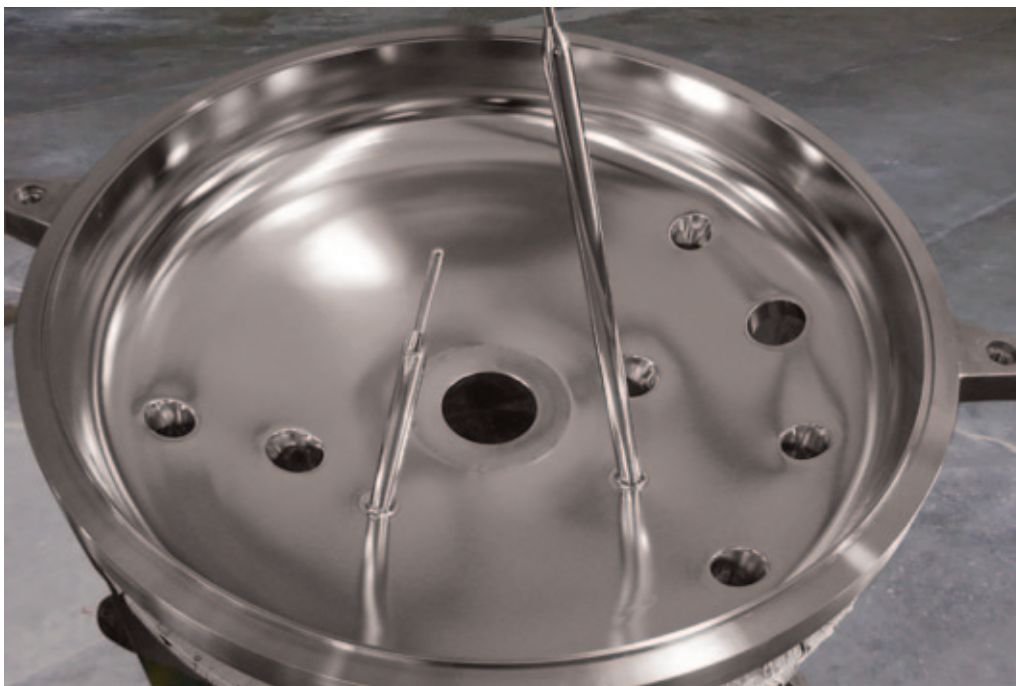


optimala lösningen för komponenter av rostfritt stål inom läkemedelstillverkningen.

### Energiområdet

Energiproduktion är ett nytt användningsområde för elektropolering. En växande mängd djupborrningsutrustning elektropolerar i huvudsak för att åstadkomma starkt passiverade ytor som kan stå emot angrepp från sura gaser. Dessutom är många komponenter på offshore-rigggar, inklusive rör, pumpar, ventiler, kondensorer och termobrunnar, elektropolerade som skydd mot salt i luft och vatten

*Ej vidhäftande egenskaper är ett dominerande krav för doseringsutrustning inom läkemedelsindustrin. Foto: Centro Inox, Milano/Delmet Gorgonzola (I).*



*Processkärl inom läkemedelsindustrin är elektropolerade för att kunna möta de högsta kraven på hygien. Foto: Centro Inox, Milano (I).*



### Livsmedels- och dryckesindustri

Elektrolytpolering ger en yta som är slät, lätt att rengöra och har ett tilltalande utseende, vilket denna industri kräver, och kombinerar dessutom enastående föroreningsfria och hygieniska kvaliteter. Metoden minskar oxidation och föroreningar på den utrustning av rostfritt stål som används i köks-, mejeri- och automatiserad processutrustning för livsmedel. Generellt ger elektroplering den perfekt rena ytan med bästa möjliga skydd mot bakterietillväxt och föroreningar.

### Vattenrening

Vattenrenings- och destillationsindustrier använder elektroplering för att förbättra korrosionshårdigheten hos komponenter av rostfritt stål och minska de mikrobiologiska föroreningar som kan ackumuleras i dessa system. Komponenter som vanligen elektropleras innefattar filter, galler och silar, pumpar och ventiler, kondensorer och rörledningar.

### Pappersmassafabriker

Slamledningar och inloppslådor är två av de många användningsområdena för elektroplering inom pappermassaindustrin.

### Offentliga platser

Eftersom elektroplering minimerar ytors mikro-ojämnheter och drastiskt minskar vidhäftningen av smuts, underlättar den borttvättning av graffiti på ytor av rostfritt stål.

*Vänstra:*

*Efter tjugo års användning på en tunnelbanestation har en kombinerad mekanisk polering följt av elektroplering visat sig vara en underhållsvänlig lösning.*

*Foto: Euro Inox, Bryssel (B) / Rheinbahn AG, Düsseldorf (D).*

*Högra:*

*Elektroplering gör det avsevärt lättare att avlägsna graffiti. Foto: Packo Surface Treatment, Diksmuide (B).*



## 7 Ordlista

### **Aktivering**

eliminera ett passiverat tillstånd hos yta

### **Avfettning**

avlägsna fett eller olja från en yta

### **Avgradning**

avlägsna skarpa kanter och grader på mekanisk, kemisk eller elektrokemisk väg

### **Avrinningsvätska**

vätska som följt med objekt som tagits upp ur en lösning

### **Betning**

avlägsna oxider eller andra föreningar från en metallyta genom kemisk eller elektrokemisk inverkan

### **Blankpolerad**

en finish med jämn, slät yta och som är starkt reflekterande

### **Elektrolytisk lösning/elektrolyt**

elektriskt ledande medium genom vilket flödet av en elektrisk ström medför förflyttning av materia, oftast är mediet en vattenlösning av syror, baser eller lösta salter av metallen som skall fällas ut

### **Elektrolytisk metallutfällning / elektrolytisk beläggning**

beläggning med ett vidhäftande skikt av en metall eller legering på ett basmaterial genom elektrolys, för att ge en yta egenskaper eller dimensioner som är annorlunda än basmaterialets.

### **Elektropolering**

förbättra en metallytas jämnhet och glans genom att koppla metallen anodiskt i en lämplig lösning.

### **Etsa**

ojämnt fördelad upplösning av en metallyta.

### **Finish**

utseendet hos en beläggning eller ett basmaterial (t.ex. blank, mattgrå, matt, satin)

### **Gasutveckling**

utveckling av gaser från elektrod(er) under elektrolys

### **Glödskal**

ett fastsittande oxidskikt, tjockare än den ytliga film som kallas anlöpning

### **Hjälpkatod**

en katod som är placerad så att en del av strömöverföringen avleds från arbetsobjektet, som annars får för hög strömtäthet

### **Inblandningsvätska**

vätska som tillförts en lösning från objekt som nedsänkts i denna

### **Kontaktskena / objektställ**

ramverk för fastsättning och strömöverföring till arbetsobjekt under elektropolering och elektrolytisk beläggning

### **Matt finish**

en enhetligt finslipad yta, praktiskt taget utan speglingseffekt

### **Matt yta**

en finish som i huvudsak saknar både diffusa och speglade reflekteringar

### **Mätyta**

den yta som undersöks för kontroll att den uppfyller ett eller flera specificerade krav

### **Passivering**

åstadkomma passivering av en metallyta eller av en elektrolytisk beläggning

Även stora komponenter som reaktorkärl för polymerisering kan bli elektropolerade.

Foto: Poligrat, München (D).



#### **Polering, mekanisk**

utjämning av en metallyta med hjälp av slipande korn fästa på ytan av runda skivor eller ändlösa band, som vanligen drivs med stor hastighet

#### **Polering**

##### **Moppslipning**

utjämning av en yta med hjälp av en roterande böjlig rund skiva som belagts med finkornigt slipmedel, uppslammat i vätska, i pastaform eller som en fettartad beläggning  
*OBS: En moppslipad eller polerad yta kan beskrivas som en halvblank till spegelblank finish, utan klart synliga linjemönster i ytan.*

#### **Rengöring**

avlägsna främmande material som oxider, glödska, olja, etc. från ytan

##### **› med syra**

rengöring (som ovan) med hjälp av syralösningar

##### **› alkalisk**

rengöring (som ovan) med hjälp av alkaliska lösningar

##### **› anodisk ("reversed", USA)**

elektrolytisk rengöring där arbetsobjektet som skall rengöras är anodiskt i en galvanisk cell

##### **› elektrolytisk**

elektrolytisk rening där likström passerar lösningen och arbetsobjektet som skall rengöras är en av elektroderna

#### **Slipning**

#### **Polering**

avlägsnar material från ytan hos ett objekt med hjälp av slipmedel i eller på ett fast eller böjligt underlag. Slipning är vanligen det första steget vid poleringsoperationer

#### **Strömtäthet**

förhållandet mellan strömflödet mot en elektrodyta och den totala arean av denna yta  
*OBS: Strömtätheten uttrycks ofta i ampere per kvadratdecimeter ( $A/dm^2$ )*

#### **Tryckpolering (glättvalsning)**

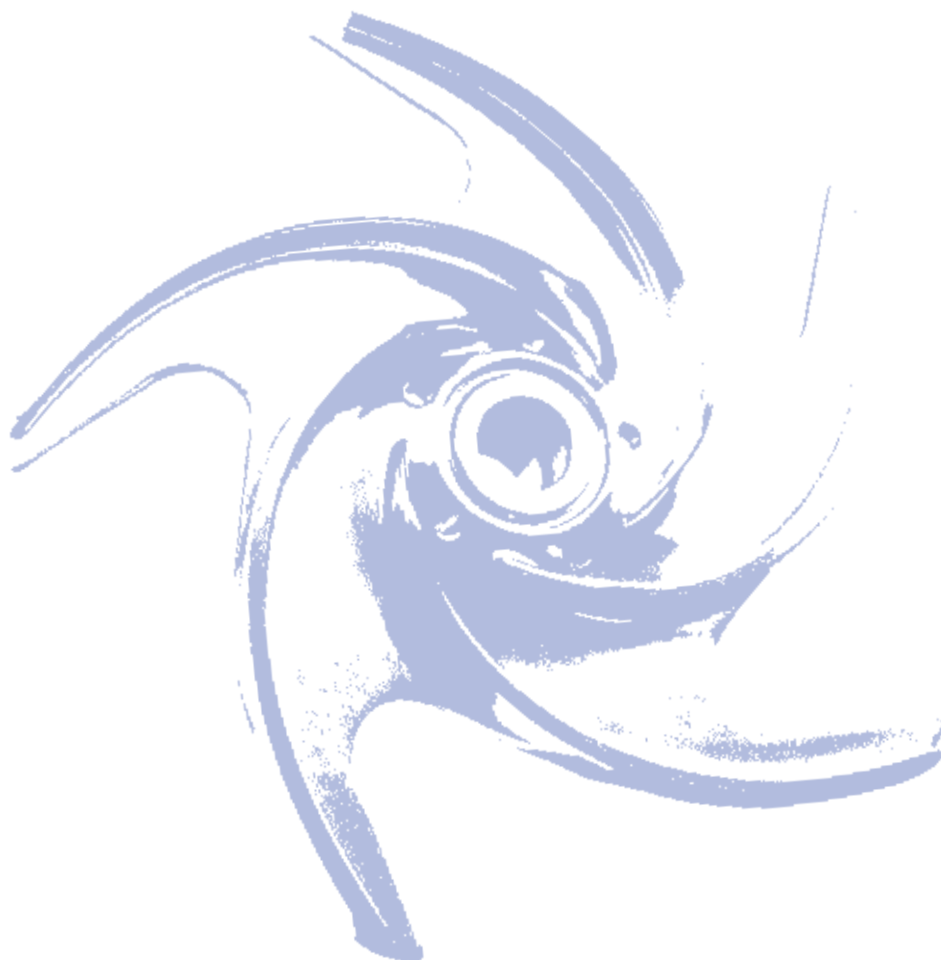
utjämning av ytan genom plastisk deformation under tryck i stället för avslipning av ytlaget

#### **Ytbehandling**

bearbetning i avsikt att modifiera en yta

## 8 Referenser

- [1] [www.delstar.com](http://www.delstar.com), *“Electropolishing, A User’s Guide to Applications, Quality Standards and Specifications”*, 2003
- [2] <http://www.kepcoinc.com/?page=serviceselectropolishing>, Kalamazoo Electropolishing Company, *“What is Electropolishing?”*
- [3] <http://www.abccorporate.com>, Allegheny Surface Technology, *“Electropolishing”*
- [4] [http://www.ableelectropolishing.com/electropolishing\\_workbook.pdf](http://www.ableelectropolishing.com/electropolishing_workbook.pdf), Able Electropolishing, *“Looking for Solutions to Metal Surface Problems?”*
- [5] [http://www.electropolish.com/pubs/process\\_steps.pdf](http://www.electropolish.com/pubs/process_steps.pdf), *“The MCP System of Electropolishing, General Process Steps”*
- [6] MOHAN, S., KANAGARAJ, D., VIJAYALAKSHMI, S., RENGANATHAN, N. G., *“Electropolishing of Stainless Steel – a Review”*, Trans IMF 79, No.4, 2001
- [7] ASTM B 912-02 Standard Specification for Passivation of Stainless Steels Using Electropolishing
- [8] ISO 15730: 2000 Metallic and other inorganic coatings – Electropolishing as a means of smoothing and passivating stainless steel



ISBN 978-2-87997-318-0