



GALVANISERINGSVEJLEDNING

til generel brug



V1.0

Indhold

Indhold	0
1 Grundlæggende om galvanisering	3
1.1 Aspekter af sikkerhed	3
1.2 Bortskaffelse af affald	4
2 Forberedelse eller forbehandling	5
2.1 Forudgående rengøring af arbejdsområdet	5
2.2 Polering af arbejdsområdet	6
3 Belægning ved hjælp af elektropletterings teknologi	7
3.1 Arbejdstemperatur	7
3.2 Strømtæthed	7
3.3 Anodemateriale	8
3.4 Et overblik over procedurerne	10
3.5 Bad-elektropletteringsprocessen	11
3.5.1 Nødvendigt basisudstyr	11
3.5.2 Anodeområde	11
3.5.3 Placering af anoderne	12
3.5.4 Sådan samles bakken	14
3.6 Galvaniseringsprocessen for stifter eller puder	15
3.6.1 Nødvendigt basisudstyr	15
3.6.2 Svamp og tampon	15
3.6.3 Fortykningsmiddel eller gleringsmiddel	15
3.7 Processen med tøndeplettering	17
3.7.1 Nødvendigt basisudstyr	17
3.7.2 Fyldning af galvaniseringstromlen	17
3.8 Korrosionsbeskyttelse af lagene	17

4	Galvanisering af forskellige metaller	20
4.1	Grundlæggende	20
4.2	Aluminium.....	20
4.3	Bronze, kobber og messing	22
4.4	Krom.....	23
4.5	Rustfrit stål.....	24
4.6	Jern og zink.....	25
4.7	Nikkel	26
4.8	Sølv.....	26
4.9	Blik.....	26
4.10	Andre metallegeringer	27
5	Galvanisering af ikke-ledende overflader	28
5.1	Generelle oplysninger om ledende belægninger	28
5.2	Galvanisering med ledende sølvmaling.....	28
5.3	Galvanisering med kobberledende lak.....	29

1 Grundlæggende om galvanisering

Det følgende afsnit forklarer de grundlæggende aspekter af galvaniseringsteknologien. Sikkerhedsaspekter og bortskaffelse af det resulterende affald diskuteres.

1.1 Aspekter af sikkerhed

En galvaniseringselektrolyt er en strømførende væske, der er afgørende for galvanisering. Ud over metalsalte indeholder en sådan galvanisk metalelektrolyt også syre eller lud, vand og andre kemiske tilsætningsstoffer, hvorved metaludfældningen aflejres fra metalsaltet. I industriel galvanisering anvendes ofte cyanidholdige elektrolytter med frit cyanid, og der gøres i stigende grad forsøg på at erstatte dem. Sådanne elektrolytter er ekstremt giftige og egner sig ikke til brug i hobby-, kunst- og værkstedssektoren. Derfor behandles de ikke yderligere i denne vejledning.

I stedet er der fokus på elektrolytter, der er cyanidfri. De er mindre farlige at håndtere. Ikke desto mindre skal det bemærkes, at elektrolytter skal håndteres med omhu og forsigtighed, da de er farlige stoffer.

De forskellige elektrolytter fra Dr. Galva er designet til at minimere eventuelle risici og samtidig fokusere på den højest mulige kvalitet.

Det er vigtigt, at de anvendte elektrolytter bruges nøjagtigt som beskrevet i vejledningen. I princippet bør alle kemikalier kun bruges på godt ventilerede arbejdspladser og holdes væk fra fødevarer. Elektrolytterne må aldrig fyldes i drikkeflasker eller lignende beholdere for at undgå forveksling med fødevarer.

Du skal altid bruge sikkerhedsbriller, når du arbejder med kemikalier eller galvaniseringsarbejde. Forskellige andre arbejdsstrin kræver også, at du bruger beskyttelseshandsker. Prøv også at undgå dannelse af aerosoler, dvs. fine dråber, ofte i form af sprøjtetåge. Det sker, når der dannes gasser under metaludfældningen. Jo højere strømstyrke, jo større aerosoldannelse. Med nogle elektrolytter dannes der et lag skum > det reducerer også aerosoldannelsen. Ideelt set bør du lukke beholderen med en passende plast- eller glasplade, så dråberne ikke kan slippe ud. På den måde undgår du risikoen for at indånde dråberne, da de kan være ætsende og/eller sundhedsskadelige. Hvis du har en arbejdsstation med stinkskaab eller udsugningsfunktion, bør du bruge denne.

Hvis du føler dig utilpas på arbejdet eller oplever nogen form for ubehag, bør du altid kontakte en læge.

Før arbejdet påbegyndes, er det også vigtigt at læse instruktionerne og sikkerhedsoplysningerne omhyggeligt og grundigt.

1.2 Bortskaffelse af affald

Med hensyn til bortskaffelse af affald, især kemikalier, er det ønskelige mål at forhindre, at sådant affald overhovedet bliver produceret. Med andre ord: I løbet af dit arbejde skal du altid forsøge kun at bruge den mængde kemikalier, du rent faktisk har brug for.

Men hvis der produceres kemikalieaffald, som skal bortskaffes, skal det indsamles gruppevis og i separate beholdere. I næsten alle byer i Tyskland kan kemisk affald bortskaffes gratis enten på genbrugspladser eller hos kommunale renovationsselskaber. I nogle regioner findes der også mobile indsamlingscentre for farligt affald, som indsamler kemikalieaffald og sørger for, at det bliver bortskaffet korrekt. Spørg lokalt om dine muligheder. Disse oplysninger er normalt tilgængelige på internettet.

Ud over de offentlige myndigheder tilbyder markedet også private udbydere af affaldshåndtering, som har specialiseret sig i bortskaffelse af farligt affald som f.eks. kemikalier og muliggør ukompliceret indsamling.

Du bør altid opbevare den originale beholder, så du kan informere affaldscentret om det respektive affaldskodenummer, eller så de farlige stoffer, der er indeholdt, kan ses direkte der. Nummeret er også angivet i sikkerhedsdatabladet for det pågældende produkt (afsnit 13). Sikkerhedsdatabladene er tilgængelige som PDF-filer i Dr. Galva-shoppen under artiklerne.

2 Forberedelse eller forbehandling

Hvis du vil galvanisere et emne, skal du forberede eller forbehandle det i overensstemmelse hermed. Du kan finde ud af, hvilke trin der er nødvendige i de følgende afsnit i denne bog.

2.1 Forudgående rengøring af arbejdsområdet

Hvis metalaflejningsprocessen skal lykkes, er det vigtigt at forbehandle emnet korrekt.

Det første skridt er at fjerne rust samt fedt- og smudspartikler mekanisk. Du kan f.eks. bruge ståluld, slibefleece eller sandpapir. Du kan bruge almindeligt bremserens til at fjerne genstridige fedtpartikler og fedtrester.

I et andet trin skal det tynde lag af oxidering, der stadig er på emnet, fjernes. Hvis emnet er lavet af nikkel eller kobber, vil man ikke kunne se dette oxiderede lag med det blotte øje. Kemisk forbehandling er derfor nødvendig. Som regel fjernes oxiderede lag med sure bejdseopløsninger. Efter bejdsning skal du skylle emnet med rent vand, så eventuelle ætsende rester af bejdseopløsningen fjernes.

Nikkel-Strike anbefales til bejdsning af nikkel, mens balsam er velegnet til kobber og stål. Aluminium er meget mere kompliceret at bejdse her på grund af det oxidlag, der dannes meget hurtigt. Dr. Galvas aluminiumsaktivator er tilgængelig til dette formål. Læs venligst [kapitel 4.2](#) for mere information.

Du kan købe følgende forbehandlingsprodukter direkte fra Dr. Galvas online shop:

- Nikkel-Strike - forbehandling af rustfrit stål og nikkel; galvaniseringsaktivator
- Conditioner - forbehandling af stål og kobber; forbedrer vedhæftningen
- Aluminiumaktivator - forbehandling af aluminium med zinkat

Tip:

Når du har rengjort emnets overflade, må du under ingen omstændigheder røre metaloverfladen med de bare hænder, da det vil resultere i små fedtpletter på emnet, som vil blive udelukket fra galvaniseringsprocessen. Det er derfor vigtigt at bruge handsker. Hvis du rører ved emnet med ubeskyttede hænder, vil dine fingeraftryk være synlige på emnet efter galvaniseringen. Handskerne skal være ubrugte, puddefri produkter. Ideelt set bør du bruge engangshandsker af latex eller nitril.

Hvis pladen skal galvaniseres, skal du kun røre den i kanterne. Det er også en god idé at bruge en pincet eller en smeltedigeltang. Det sikrer, at hele emnet bliver galvaniseret. Optimale resultater opnås kun, hvis emnets overflade er ren og fri for fedt.

2.2 Polering af arbejdsemnet

Når emnet er blevet forrenset, og rustpartikler osv. er blevet fjernet, er det muligt, at emnet, der skal galvaniseres, ikke er helt glat og mat. Det kan f.eks. have små ridser. Ideelt set bør emnet poleres før galvaniseringen. Man kan bruge visse metoder til at gøre mat metal blankt eller højglanspoleret.

- Man kan godt polere i hånden, men det tager meget tid og energi.
- Til mange mindre genstande anbefales det at bruge en tromlepolermaskine. Som navnet antyder, har denne type maskine en tromle, der indeholder små stænger og kugler af rustfrit stål. Når emnet placeres i tromlen, og tromlen roterer, udvikler kuglerne og stængerne en mekanisk effekt, der sikrer, at emnets overflade fremstår glat og højglanspoleret. Denne rotationsproces kan tage mellem 30 minutter og flere timer.
- Polering med en poleringsblok er også mulig og anbefales på det kraftigste. Det indebærer polering med roterende skiver af stof, filt eller læder. Det egentlige poleringsmiddel påføres skiven. Det består af fedt, olie og fine partikler. Mens skiven roterer, presses arbejdsemnet forsigtigt mod skiven, og overfladen poleres. På grund af de høje periferihastigheder og støv skal man være ekstra opmærksom på sikkerheden her.

3 Belægning ved hjælp af elektropletteringsteknologi

I det følgende afsnit præsenteres de forskellige galvaniseringsprocesser, herunder det grundlæggende arbejdsudstyr til de enkelte metoder. Generelt skelnes der mellem tre forskellige galvaniseringsprocesser, nemlig tromlegalvanisering, pin/tampongalvanisering og badgalvanisering.

3.1 Arbejdstemperatur

For at opnå de bedst mulige resultater skal arbejdstemperaturen for den respektive elektrolyt overholdes. Dette kan findes i instruktionerne til de forskellige produkter. Mange elektrolytter fungerer allerede optimalt ved stuetemperatur. Det betyder, at der ikke er behov for et eksternt varmemedium.

Generelt kan man sige, at næsten ingen elektrolytter fungerer godt under 15 °C, så det er vigtigt at være opmærksom på temperaturen, hvis man opdager problemer med elektrolytten. Arbejdsemnets temperatur skal også tages i betragtning - især i tilfælde af pin-plating.

3.2 Strømtæthed

Et bestemt forhold mellem strømmen og elektrodeoverfladen er særligt vigtigt ved galvanisk metaludfældning. Dette er kendt som strømtætheden. Strømmen er specificeret i forhold til arealenheden og udtrykkes i A/dm². Højere strømtæthed kan opnås ved at øge temperaturen og flytte badet eller arbejdsområdet.

Den katodiske strømtæthed er vigtig for kvaliteten af belæggningerne på arbejdsområdet (katoden). For hver elektrolyt er der et optimalt strømtæthedsområde, inden for hvilket der opnås gode resultater med aflejring.

På anodesiden er der den anodiske strømtæthed. Dette er især vigtigt for elektrolytens stabilitet. Der skal opløses lige så meget metal, som der aflejres ved katoden (arbejdsområdet).

Ideelt set opløses anoden lige så hurtigt, som metallet aflejres på katoden, så elektrolytten ville holde særligt længe. I praksis er der dog en afvigelse.

For eksempel beriges sure zinkelektrolytter hurtigere, end der aflejres metal, hvilket fører til uklarhed i elektrolytterne efter længere tid.

Med nikkel opløses anoden langsommere, og elektrolytten bliver langsomt fattigere og fattigere på nikkellioner. I dette tilfælde kan man tilsætte passende nikkelsalte for at øge indholdet igen. Nikkelsalte må dog ikke sælges frit på grund af fareklassificeringen. For at forbedre anodens opløselighed og reducere passivering tilsætter producenten også kloridioner til elektrolytten.

3.3 Anodemateriale

Som regel skal metallet i den specifikke elektrolytopløsning bruges som anodemateriale. Hvis det f.eks. er en kobberelektrolyt, anbefales det at bruge en kobberanode. Grunden til dette er, at anoden opløses under galvaniseringsprocessen, og elektrolytopløsningen regenereres som følge heraf. Dette øger elektrolytens rækkevidde betydeligt, da metallet i opløsningen akkumuleres igen.

Vær opmærksom:

Krom er en undtagelse. Kromanoder må ikke bruges sammen med kromelektrolyt (baseret på trivalent krom), da det kan give meget giftigt hexavalent krom (krom VI)! Desuden bliver elektrolytten uanvendelig som følge heraf. Arbejd venligst med aluminiumsanoder her. Hvis du ikke har en aluminiumanode ved hånden, kan du også bruge aluminiumsfolie.

Forkerte anoder skal for enhver pris undgås, da de kan forurene elektrolytten, og elektrolytten skal derefter kasseres! I nogle tilfælde kan elektrolytten repareres ved aflejring, hvis det forstyrrende metal aflejres hurtigere end elektrolytmetallet.

Hvis der ikke findes anoder i elektrolytmaterialet, er det en mulighed at bruge inerte anoder som platin eller grafit. Man skal altid sørge for, at der kun anvendes egnede anoder. Hvis man ikke er opmærksom på dette aspekt, er det muligt, at de aflejrede lag bliver misfarvede, eller at elektrolytten bliver ødelagt.

Forsigtig: Anoderne skal rengøres omhyggeligt før og efter brug. Desuden bør anoder, der ikke bruges, ikke forblive i elektrolytten.

Ekspert-tip:

Med hensyn til grafitanoder skal det bemærkes, at de er porøse, og at komponenterne i elektrolytten kan blive absorberet. Derfor bør man bruge forskellige grafitanoder til forskellige elektrolytter.

Hvis du kun vil bruge én grafitanode til det hele, er det vigtigt at lægge anoden i blød i vand mindst to til tre gange i ca. 10 minutter. Det sikrer, at de elektrolytkomponenter, som anoden har absorberet, bliver skyllet ud. Hvis man ikke skyller anoden, er det muligt, at stofferne frigives til den efterfølgende elektrolyt, og at denne bliver forurenset.

En anden ulempe er, at modstanden i anoden kan stige markant, hvilket gør den ubrugelig. Selvom grafitanoder kan bruges universelt, anbefaler vi dem ikke, da de ikke opløses kemisk, men iltudviklingen ved anoden får partikler til at komme ind i badet og gøre det uklart. Efterhånden som processen skrider frem, aflejres disse partikler også, og den fremstillede overflade bliver mørkere. Metalanoder er derfor at foretrække.

Alternativt kan vi anbefale platinbelagte anoder, som er velegnede til næsten alt. Du bør dog ikke købe noget for billigt, for nogle gange er laget for tyndt eller ufuldstændigt, og metallet nedenunder kan forurene elektrolytten.

3.4 Et overblik over procedurerne

Man skelner mellem 3 processer til galvanisering af metaller. Disse er badgalvanisering, stiftgalvanisering (også kendt som tampongalvanisering) og tøndegalvanisering. Hver af disse processer har sine fordele og ulemper.

Procedure	Fordele	Ulemper
Elektroplettering i bad	• Automatisk sekvens af galvaniseringsprocessen • Lagtykkelser fra nogle få mikrometer til flere millimeter kan opnås	• Kraftig strømforsyning påkrævet • Store beholdere påkrævet • Stor mængde elektrolyt • Upraktisk til galvanisering af små dele
Galvanisering af stifter/tamponer	• Galvanisering af store områder mulig • Strømforsyningsenhed med lavt effektbehov, da strømmen kun flyder ved et lille kontaktpunkt • Lille mængde elektrolyt påkrævet	• Kun lave lagtykkelser kan opnås, derfor næsten ingen korrosionsbeskyttelse • Galvaniseringsprocessen er ikke automatiseret • Meget tidskrævende • Udmattende
Galvanisering af tønder	• Fremragende til galvanisering af små dele • Relativt ensartet belægning på grund af kontinuerlig rotation • Galvaniseringsprocessen kører automatisk • Hurtig at fylde	• Kraftig strømforsyning påkrævet • Store beholdere er uundværlige • Stor mængde elektrolyt • Arbejdsemner får små slagmærker • Der kræves et vist antal stykker for at sikre, at arbejdsemnerne har permanent kontakt. • eller passende tromlestørrelse

3.5 Bad-elektropletteringsprocessen

Badelektroplettering er en metode, hvor det emne, der skal elektropletteres, og anoden nedsænkes i en elektrolyt. Der genereres også en strøm, så der aflejres metal på emnet.

Badgalvanisering er en proces, der ofte anvendes i industrien. Som regel forkromes, forgyldes eller fornikles emnerne i tanke af enorm størrelse. Der bruges ofte stativer til dette, hvor de dele, der skal belægges, er ophængt. For at øge den mulige strømtæthed og dermed hurtigere aflejring anbefales her en badbevægelse. Dette kan opnås ved at blæse luft ind, pumpe eller flytte stativet.

Fordelen er, at processen er nem at udføre, og at der kan genereres store strømstyrker, så selv tykke metallag kan afsættes. Ulempen er, at der kræves store mængder elektrolyt for at fylde tankene. Derfor er badgalvanisering kun egnet til mindre dele i privat- eller hobbysektoren.

3.5.1 Nødvendigt basisudstyr

En kontrollerbar jævnstrømskilde, en tank eller beholder og forbindelseskabler er nødvendige for at udføre badelektropletteringsprocessen.

Strømkilden kan f.eks. være en laboratoriestrømforsyning, som skal have både volt- og amperevisning, dvs. spænding og strøm. Tanken skal være stor nok til, at den genstand, der skal galvaniseres, kan nedsænkes helt. Den skal være lavet af et alkali- og syrebestandigt materiale; ud over plastbeholdere er glasbeholdere også meget velegnede. Du skal også bruge kabler til at forbinde strømforsyningen til både anoden og arbejdsområdet. For at undgå forvirring skal du altid bruge et rødt kabel til (+)-polen og et sort kabel til (-)-polen.

3.5.2 Anodeområde

Som hovedregel skal anodens overfladeareal være lige så stort som overfladearealet på det emne, der skal galvaniseres. Men hvis anodeoverfladen er for lille, er det muligt, at lagene vil blive aflejret ujævnt.

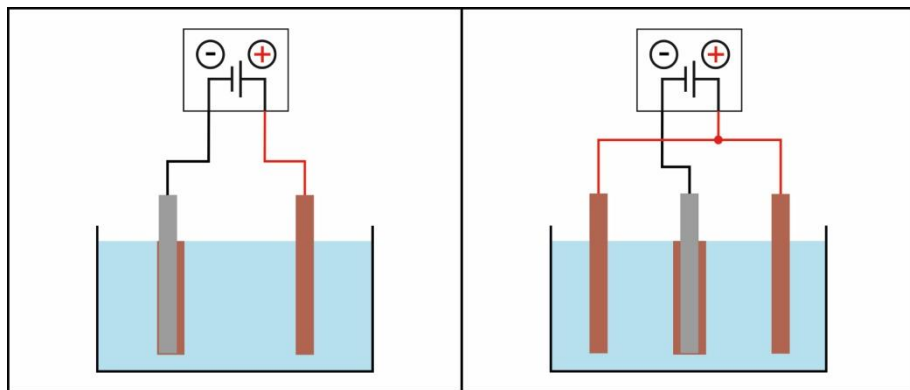
Denne effekt opstår, fordi strømmen ikke er jævnt fordelt i elektrolytten (spredning), og den tager den korteste vej. Det betyder, at strømmen er højere i området med den korteste vej, og at laget aflejres tykkere her. Anodens form og placering skal også være passende, så strømmen kan fordeles jævnt.

En større anode har ikke en negativ effekt på resultatet. På grund af en ugunstig anodisk strømtæthed (anodisk effektivitet) kan der dog ske en stærkere passivering (afhængigt af elektrolytten), hvilket reducerer strømgennemstrømningen. Hvis dette er tilfældet, skal anoden rengøres.

3.5.3 Placering af anoderne

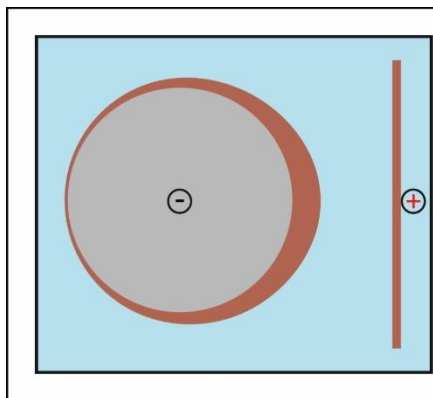
Med hensyn til anodearrangementet skal det bemærkes, at arbejdsområdet, der skal galvaniseres, skal være jævnt belagt med anoder hele vejen rundt. Det sikrer, at lagene aflejres jævnt. Som minimum bør der være anoder på to sider, hvis det er muligt.

Hvis det ikke er muligt at opnå et sådant anodearrangement, kan en ensartet belægning af området opnås ved kontinuerlig drejning. Det er også vigtigt, at afstanden mellem anoden og arbejdsområdet er så stor som muligt.

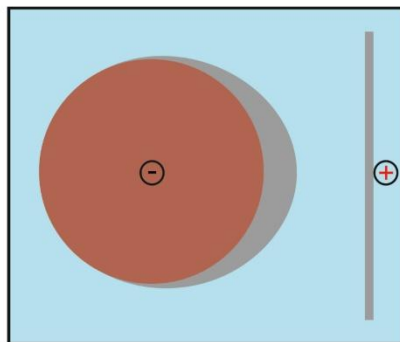


Anoden og arbejdsområdet er placeret overfor hinanden. Der aflejres mere metal på forsiden af området end på bagsiden. Arbejdsområdet skal drejes med jævne mellemrum.

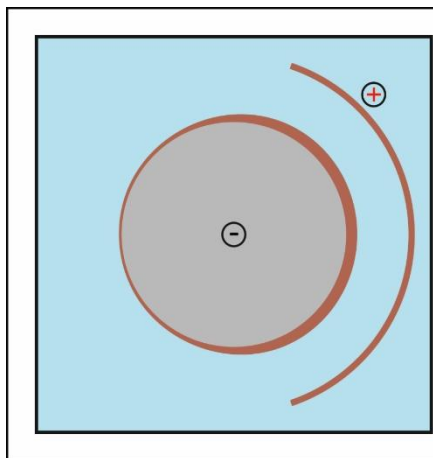
To anoder og arbejdsområdet er placeret i tanken. Det skal bemærkes, at begge anoder skal være tilsluttet den samme strømforsyningsenhed. Arbejdsområdet placeres i midten mellem de to anoder. Det sikrer en mere jævn aflejring.



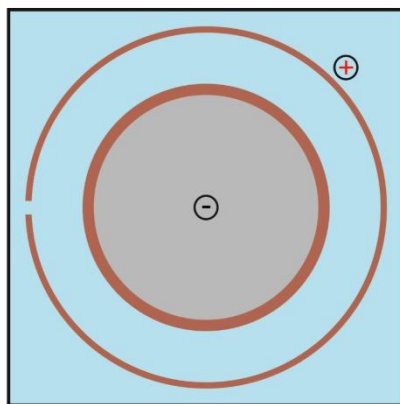
God spredning (f.eks. kobbersyre) ved brug af en flad anode. Jo mindre afstanden er, jo mere strøm flyder der på disse punkter, og mere metal aflejres der. På grund af den gode spredning aflejres der stadig et tyndt lag på bagsiden.



Dårlig spredning (f.eks. svagt syreholdig zink). I dette tilfælde aflejres der kun metal på den side, der vender mod anoden. Der løber praktisk talt ingen strøm på bagsiden, og der sker ingen eller kun minimal aflejring der.



Hvis formen er tilpasset arbejdsemnet, aflejres metallet meget mere jævnt. Laget er tyndere på den side, der vender væk fra anoden. Samlet set er laget meget mere ensartet sammenlignet med en flad anode.

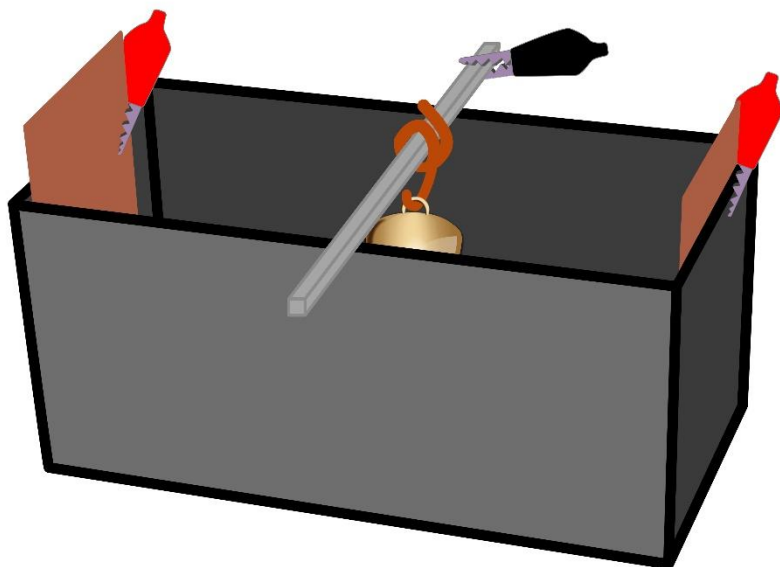


En ringanode og arbejdsemnet er placeret i det galvaniske bad. Det sikrer, at anodeafstanden til emnet er den samme hele vejen rundt. For at opnå ensartet deponering er det ikke nødvendigt at rotere arbejdsemnet.

3.5.4 Sådan samles bakken

Bakken samles på følgende måde. Der medfølger en travers til at hænge genstandene op og skabe kontakt på samme tid.

Vedlagt er en grafik til visualisering:



3.6 Galvaniseringsprocessen for stifter eller puder

Hvis permanent monterede eller store emner skal galvaniseres, er pin-elektroplettering den bedst egnede metode. Hertil bruges en metalstang, der er forbundet som anode (+), med enten en stofpude eller en svamp i spidsen (for enkelthedens skyld bruger vi kun ordet pude). Puden bruges til at absorbere elektrolytten og er helt mættet med den ønskede elektrolyt. Mens den genstand, der skal galvaniseres, er forbundet med katoden (-), kommer arbejdsområdet nu i kontakt med elektroden i en cirkulær bevægelse. Dette gør det muligt for en strøm at flyde, og efter et par sekunder er der afsat et metallag på de tilsvarende kontaktpunkter.

Den cirkulære bevægelse er meget vigtig, da en høj strøm flyder over et lille kontaktområde. Så snart du stopper med tamponen et sted, kan området blive mat og mørkere i farven (svidning); denne effekt opstår hurtigere, jo højere strømstyrken er. Det kræver derfor lidt erfaring, men den får du hurtigt. At flytte tamponen frem og tilbage er ret uegnet, da bevægelsen afbrydes kortvarigt ind imellem, og der allerede kan opstå forbrænding ved en høj strømtæthed.

Anoden skal helst bestå af inerte materialer som platin eller grafit (og nogle gange også rustfrit stål) eller materialet i den anvendte elektrolyt.

3.6.1 Nødvendigt basisudstyr

En kontrollerbar jævnstrømskilde, dvs. en kontrollerbar strømforsyningsenhed med digital spændings- og strømvisning, en stiftanode med anodeholder (galvaniseringsstift), et kabelsæt og en tampon eller svamp er nødvendig for at udføre stift- eller tampongalvanisering eller stiftgalvaniseringsprocessen. Stiftanoden (eller anodeholderen) skal forbindes til strømforsynings (+) pol ved hjælp af et kabel. Desuden skal anoden forsynes med en pude eller svamp, så den komplette galvaniseringspen er klar til brug. Selve arbejdsområdet forbindes til (-)polen som beskrevet ovenfor.

3.6.2 Svamp og tampon

Hvis der bruges svampe eller puder, er det redskaber, der opsuger elektrolytten. Denne egenskab er vigtig, da elektrolytten skal holdes mellem anoden og emnet under galvaniseringsprocessen, og metalionerne skal frigives. Ideelt set skal pads til galvanisering have en meget høj absorptionskapacitet og være robuste. Elektropletteringspuder bør heller ikke være for tynde, da der ellers kan opstå isoleringseffekter på grund af højt tryk på visse punkter, og den elektriske strøm ikke kan sendes videre. En pude til galvanisering bør heller ikke have udvendige sømme, da det kan give ridser i metallet.

3.6.3 Fortykningsmiddel eller geleringsmiddel

Et fortykningsmiddel, også kendt som et geleringsmiddel, er et specifikt fortykningsmiddel. Fortykningsmidler tilsættes elektrolytopløsningen, så den bliver mere tyktflydende. Der findes særlige fortykningsmidler, som er designet til de forskellige galvaniske elektrolytter. Hvis man bruger eller blander konventionelle midler i, bliver elektrolytten som regel ubrugelig. I

princippet kan alle typer elektrolytter fortykkes ved hjælp af galvaniske gelformere. Fortykning af elektrolytten sikrer, at væsken ikke drypper, at arbejdet bliver renere, og at der kan spares på elektrolytten. Elektrolytten må dog ikke være for tyktflydende.

For at fortykke en elektrolyt skal du hælde så meget elektrolyt, som du forventer at skulle bruge, i en beholder og tilsætte så meget geleringsmiddel, mens du rører jævnt, indtil den individuelt ønskede konsistens eller fasthed er opnået. Fortsæt forsigtigt og langsomt. Vær helt sikker på, at der ikke dannes for meget støv, når du bruger pulver. Hvis du har fortykket elektrolytten for meget, kan du gøre den mere flydende igen ved at tilsætte ufortykket elektrolyt.

3.7 Processen med tøndeplettering

Tromlegalvaniseringsprocessen er ideel til galvanisering af store mængder små dele, især til dele, der ikke kan monteres på stativer eller kun kan monteres med stor anstrengelse. I princippet svarer galvaniseringsprocessen til badgalvanisering, hvor de emner, der skal galvaniseres, placeres løst i en langsomt roterende tromle. Arbejdsemnerne kontaktes ved hjælp af en central kontaktstang, frit bevægelige spoler (kabel med ledende hætte) eller via passende kontaktpunkter i tromlevæggen; tromlen sættes i rotation ved hjælp af en motor. Den resulterende ensartede bevægelse sikrer en relativt jævn belægning af de små dele, selv om der er subtile forskelle, da den ukontrollerede blanding betyder, at individuelle dele kontaktes i længere tid og derfor får en tykkere belægning, eller denne effekt er også omvendt (dvs. kortere kontaktid og tyndere belægning).

Fordelen her er, at det er hurtigt at fylde, da emnerne blot føres løst ind. Ulempen er, at emnerne altid har små slagmærker, når de blandes med hinanden, så denne proces er mindre egnet til spejlfinish, men det betyder ikke noget for skruer osv. Der kræves også et minimum af emner for at sikre, at de hele tiden er i kontakt med hinanden.

3.7.1 Nødvendigt basisudstyr

For at udføre tøndegalvaniseringsprocessen har du brug for en galvaniseringstønde. Ud over en tønde er de grundlæggende komponenter en gearmotor og mekanikken, som tilsammen udgør et tøndegalvaniseringssystem. Ligesom ved badgalvanisering er det også nødvendigt med en tilstrækkelig kraftig, kontrollerbar strømforsyning og et kabelsæt.

3.7.2 Fyldning af galvaniseringstromlen

Som hovedregel skal galvaniseringstromlen fyldes med emner til en maksimal belastning på mellem 40 og 50 procent. Dette sikrer, at komponenterne kan bevæge sig frit, og samtidig forhindres fastklemning, blokering eller endda blokering. Hvis dette skulle ske, ville kontaktpunkterne forhindre en ideel belægning og dermed en ensartet galvanisering. Det er vigtigt at sikre, at disse også er i kontakt med kontaktstiften.

Eksperttip: Kugler er det ideelle fyldningsmateriale, da de ikke kan vippe, og der er garanti for fri bevægelse og et ideelt galvaniseringsresultat.

3.8 Korrosionsbeskyttelse af lagene

God korrosionsbeskyttelse opnås kun med et tilstrækkeligt tykt lag eller en passende kombination af lag. Et tyndt lag krom på jern giver næsten ingen beskyttelse, så man bruger i det mindste en kombination af nikkel og krom. Nikkellaget nedenunder giver en yderligere fordel, da nikkel (blankt nikkel) forbedrer glansen. Hvis du også vil forbedre korrosionsbeskyttelsen i en reducerende atmosfære, skal du bruge kombinationen af kobber-nikkel-krom-belægning, da kobberet gør et bedre stykke arbejde her.

Generelt, derfor:

Korrosionsbeskyttelsen varierer meget afhængigt af det dannede metal. Der er også store forskelle afhængigt af de forskellige typer elektrolyt. En hel del typer aflejres med mikroskopisk fine porer - beskyttelsen er ikke til stede i disse områder. Der kræves større lagtykkelser for at lukke porerne. En kombination af flere lag forbedrer beskyttelsen betydeligt. De forskellige lag supplerer hinanden, og korrosionsbeskyttelsen øges eksponentielt, helt efter devisen "1+1=5".

Eksempler på korrosionsbeskyttelse:

Nikkel:

Et rent nikkellag giver kun god korrosionsbeskyttelse fra 25 µm, men beskyttelsen forbedres betydeligt i lagkombinationen nikkel-krom eller kobber-nikkel-krom.

Zink:

En lagtykkelse på omkring 10 µm anbefales til zink. Zink har en langtrækkende effekt, som også giver katodisk beskyttelse af udækkede jernområder (f.eks. porer eller mekanisk beskadigede områder).

Zink-nikkel:

Det er her, kombinationen af 2 beskyttende elementer mødes. På den ene side den aktive zink og den passive nikkel. Begge elementer danner et fælles lag med øget beskyttelse. De gennemsnitlige lagtykkelser er mellem 5 µm og 10 µm. Belægningerne er også korrosionsbestandige ved temperaturer på op til 180 °C, og derfor er zink-nikkel-belægninger ideelle til at beskytte komponenter i forbrændingsmotorer.

Eksemplet viser en forkromet ramme med en åbenlyst utilstrækkelig lagtykkelse eller en uegnet udformning af grundlaget:



4 Galvanisering af forskellige metaller

Det følgende afsnit fokuserer på de forskellige metaller, der kan belægges, såsom kobber, jern, sølv osv.

4.1 Grundlæggende

Belægningen af metaller i forbindelse med galvanisering skal altid følge en bestemt proces. For eksempel kan guldbelægning af zink ikke udføres direkte. Det skyldes de forskellige metalleres forskellige kemiske opførsel i forhold til elektrolytterne. Derudover er det vigtigt at installere såkaldte barrierelag, da de forhindrer legering eller blanding af grænselag. Sådanne barrierelag består af enten palladium eller nikkel. Hvis der f.eks. ikke er installeret et barrierelag ved forgyldning af kobber, men kobberemnet forgyldes direkte, blandes kobber- og guldlagene, så guldlaget bliver rødt efter en vis tid. Denne proces kan tage alt fra et par dage til flere måneder.

4.2 Aluminium

Aluminium er et uædelt metal. Aluminium oxiderer straks, når det udsættes for luft, hvilket er en beskyttende eller passiverende proces. Det beskyttende oxidlag af aluminium er skadeligt for klæbestyrken. Det betyder, at en direkte aluminiumsbelægning ikke er mulig, da den efterfølgende belægning let kan fjernes.

For at aluminium kan galvaniseres, skal der skabes en metallisk ren overflade. Kun hvis det er tilfældet, er det muligt at opnå en stærk vedhæftning og en god kvalitet af belægningen. Men da oxidlaget dannes på meget kort tid, skal der anvendes processer, der fjerner oxiderne og opbygger et lag i samme trin uden at udsætte emnet for luft. Til dette formål har vi Dr. Galvas aluminiumsaktivator. Emnet nedsænkes i aluminiumsaktivatoren ved stuetemperatur, oxiderne fjernes, og der aflejres et zinklag på samme tid. Denne proces er også kendt som zinkatprocessen. Desværre er det zinklag, der dannes, mat, hvilket betyder, at det enten kan udjævnes og gøres blankt ved yderligere galvanisering, eller det efterfølgende lag kan poleres.

Porerne i aluminiumsoverfladen er problematiske i denne henseende. Opløsningen kan samle sig i disse og korrodere aluminiummet yderligere efter belægningen - senere kan der dannes bobler på overfladen. Porerne bør derfor holdes på et minimum og kan f.eks. fjernes ved slibning. Dr. Galvas aluminiumsaktivator har en lavere viskositet for at reducere inddragelsen af opløsningen i porøse støbeforme. Generelt skal aluminiumsaktivatoren først skylles af med vand og derefter med fortyndet citronsyre efter brug (alkaliske opløsninger er generelt vanskelige at fjerne). Dette neutraliserer eventuelle rester.

Det zinklag, der nu er dannet, bliver nu kobberbelagt med vores "alkaliske kobberelektrolyt". Det er vigtigt at sikre, at laget ikke er for tyndt. Hvis laget er for tyndt, kan der være meget fine åbne områder (porer) tilbage, hvor en sur elektrolyt kan angribe det underliggende zinklag og

reducere vedhæftningen eller endda danne bobler senere, da den sure elektrolyt kan blive fanget i dem under galvaniseringen. Dette lag kan enten opbygges tykkere og poleres eller gøres blankt direkte med vores "blanke kobber elektrolyt".

4.3 Bronze, kobber og messing

Bronze, kobber og messing er metaller, der skal behandles med kobberrens eller bejdses (balsam) inden galvanisering. Grunden til dette er, at metallerne danner lyse, mørke, oxiderede lag.

Der kan påføres enten et nikkel- eller palladiumbarrierelag på kobber og messing. Mens palladium ikke behøver at blive aktiveret, skal nikkel aktiveres med Nikkel-Strike. Kobber og messing kan derefter belægges med et hvilket som helst metal.

På den anden side kan et metal påføres direkte på bronze, da det selv fungerer som et barrierelag.

Yderligere viden: Kobber- og galvaniseringsteknologi

Kobber er et relativt blødt metal, som er let at bearbejde. Når det gælder kobber og galvanisering, skal man skelne mellem selve kobberbelægningen og belægningen af andre metaller med kobber.

I princippet kan kobber galvaniseres med en række forskellige metaller, hvor krom, nikkel og aluminium er blandt de mest anvendte.

Hvis et kobberemne skal galvaniseres, skal det først konditioneres. Det betyder, at emnet skal slibes, poleres og børstes. Desuden skal det oxiderede lag af kobberet fjernes; det skal ætzes. Derefter skal overfladen affedtes og rengøres.

For at kunne forkromere kobber skal emnet først fornikles. I nogle tilfælde skal dette arbejdsstrin gentages som en del af galvaniseringsprocessen. Det påvirker kobberemnets overfladekvalitet, så forkromningen hæfter bedre.

4.4 Krom

Som med aluminium er det også vanskeligt at påføre en direkte belægning på krom, da det også danner et oxidlag som beskyttelse. I modsætning til aluminium, som kan bejdses, kan denne proces ikke anvendes på krom. Derfor skal krom fjernes, før det galvaniseres. Ved industriel galvanisering påføres krom på nikkellag. Disse skal eksponeres på forhånd. En særlig kromfjerner bruges til at fjerne krom. Der udvikles giftige kromforbindelser under fjernelsesprocessen. Forurening skal for enhver pris undgås, da der er tale om krom(VI)-forbindelser. Når nikkellaget er blottet, og aktiveringen med syre har fundet sted, kan emnet belægges direkte med det ønskede metal. Forgyltningsprocessen er en undtagelse, da den kan udføres direkte, dvs. at kromet ikke skal fjernes.

Yderligere viden: Krom (VI)-forbindelser

Krom(VI)-forbindelser er generelt tydeligt synlige med det blotte øje på grund af deres intense gule farve. Krom(VI)-forbindelser er ekstremt giftige og har både kræftfremkaldende og mutagene virkninger. Vandige chrom(VI)-opløsninger er stærkt ætsende. Hvis krom(VI) sluges, forårsager det fordøjelsesbesvær, kramper, lammelse og nyreskader. 0,6 gram krom(VI), der indtages oralt, kan være dødeligt. Prøv derfor ikke simple opskrifter fra internettet, og pas på dit helbred.

Kromfjernere af høj kvalitet indeholder tilsætningsstoffer, som neutraliserer de skadelige forbindelser, når de dannes. Denne reaktion kan genkendes på farveskiftet, hvor den intense gule farve skifter til en lysegrøn farve. Det giver større sikkerhed under processen.

Ikke desto mindre er det muligt, at der produceres krom(VI), især ved høje styrker. Krom(VI)-forbindelserne skal opsamles og bortskaffes korrekt. Almindeligt C-vitaminpulver (vandig ascorbinsyre) kan bruges til dette formål, da kromat neutraliseres til grønt, næsten ugiftigt krom(III).

4.5 Rustfrit stål

Rustfrit stål er generelt jern, der er gjort korrosionsbestandigt ved hjælp af nikkel og krom. Det typiske nikkelindhold er omkring 10 procent, og kromindholdet er 18 procent; det er herfra navnet "18/10 rustfrit stål" kommer.

På grund af kromindholdet er rustfrit stål stort set modstandsdygtigt over for galvaniske belægninger. Det efterfølgende lag kan skalle af, da rustfrit stål danner et beskyttende oxidlag, der reducerer vedhæftningen. For at belægge rustfrit stål skal det derfor først enten direkte fornikles (Nikkel-Strike) eller direkte forgyldes (Gold-Strike). Derefter kan man belægge rustfrit stål. Hvis rustfrit stål skal forsværes eller forkromes, skal der påføres et nikkellag som base. Et nikkellag kan, men behøver ikke nødvendigvis at blive påført på forhånd ved forgyldning af rustfrit stål (forbehandling med Nikkel-Strike er stadig nødvendig).

4.6 Jern og zink

Nogle metaller er såkaldte uædle metaller. Det gælder f.eks. jern og zink. Uædle metaller er ikke egnede til galvanisering med stærkt sure elektrolytter, da de kan blive angrebet eller korroderet af dem.

Alkaliske elektrolytter har en betydeligt lavere koncentration sammenlignet med sure elektrolytter. Med alkaliske elektrolytter skal der kun påføres et tyndt lag under galvaniseringsprocessen. Det skal bemærkes, at lagopbygningen tager længere tid med alkaliske elektrolytter og også er mindre effektiv. Når du galvaniserer, skal du være helt sikker på, at det påførte lag ikke har nogen ufuldkommenheder; hvis du er i tvivl, er det bedre at påføre et lidt tykkere lag. Hvis dette var tilfældet, ville belægningen - groft sagt - blive undermineret under den efterfølgende galvanisering med syreelektrolyt. Med andre ord: Hvis den første belægning kun har et lille, defekt område, kan hele laget skalle af, eller der kan dannes (forsinkede) bobler. Af denne grund er det første skridt at bronze- eller kobberplette jern- eller zinkemner i et alkalisk bad. I et andet trin kan der så opbygges tykkere lag i et syrebad.

Det er også muligt at galvanisere jern direkte med en svagt sur zinkelektrolyt.

Yderligere viden: Ædelmetaller, halvædelmetaller og uædle metaller

Uædle metaller er dem, der reagerer med luftens ilt under normale forhold. Denne reaktion er kendt som oxidation. Metaller som jern og zink, men også aluminium og bly osv. er uædle metaller.

Ud over uædle metaller findes der også såkaldte ædelmetaller, som ikke reagerer med luftens ilt under normale forhold. Ædelmetaller omfatter guld, sølv og platinmetaller som f.eks. rhodium.

Der findes også halvædelmetaller. Sammenlignet med ædelmetaller korroderer de hurtigere i luft, og halvædelmetaller opløses hurtigt i oxiderende syrer. Det betyder, at halvædelmetaller er mindre modstandsdygtige over for korrosion end ædelmetaller.

4.7 Nikkel

Hvis et nikkelemne skal galvaniseres, skal man være opmærksom på, at nikkel også danner beskyttende oxidlag. Som med andre oxiderende metaller skal oxidlaget fjernes før videre bearbejdning. Brugen af Dr. Galva Nikkel-Strike er ideel.

Når oxidlaget er fjernet, kan alle metaller anvendes på nikkel.

Nikkelen skal nu behandles hurtigt igen. Efter et par timer er oxidlaget fuldt dannet igen, og nikkelen skal behandles med Nikkel-Strike igen.

Nikkel danner et meget godt diffusionsspærrelag og bruges derfor til en lang række formål inden for galvanisering. Barrierelaget forhindrer f.eks. kobber i at diffundere ind i guld og misfarve guldet med tiden. Som erstatning for nikkel bruger man også palladium som barrierelag, men det er betydeligt dyrere.

4.8 Sølv

Sølv er et ædelmetal med en høj sulfideringstendens, dvs. en tendens til at blive sort. Hvis et sølvemne skal galvaniseres, skal dette lag, som også kaldes sølvpatina, fjernes.

Hvis et sølvemne skal forgyldes, er det første skridt at påføre et barrierelag af palladium eller nikkel. Det forhindrer misfarvning og legering af guldet. Når barrierelaget er implementeret, er det muligt at påføre guld.

Hvis man derimod ønsker at forhindre sulfidering af sølv uden at ændre farven, kan man f.eks. belægge sølvemnet med rhodium.

4.9 Blik

Tin har også et tyndt oxidlag, så et tinemne skal først aktiveres. Dr. Galva-balsam kan bruges til dette formål. Efter aktivering kan tin enten fornikles direkte eller kobles alkalisk. Belægning med bronze er også mulig.

4.10 Andre metallegeringer

I praksis findes der næsten utallige metallegeringer. Afhængigt af deres specifikke sammensætning har de forskellige metallegeringer også forskellige fysiske og kemiske egenskaber. Som regel er den procedure, der anvendes til galvanisering af en specifik metallegering, den samme som den, der anvendes til hovedkomponenterne. Hvis det f.eks. er en aluminiumslegering, anvendes processen til galvanisering af aluminium. Hvis det derimod er en jernlegering, bruger man processen til galvanisering af jern.

5 Galvanisering af ikke-ledende overflader

I princippet kan ikke kun arbejdsemner med ledende overflader galvaniseres, men også genstande med ikke-ledende overflader. Det følgende afsnit giver generelle oplysninger om dette emne og forklarer galvanisering mere detaljeret ved hjælp af sølvledende lak og kobberledende lak.

5.1 Generelle oplysninger om ledende belægninger

Arbejdsemner med overflader, der ikke er elektrisk ledende, kan ikke galvaniseres direkte, uanset om de er lavet af f.eks. plast, syntetisk materiale eller træ. Det er dog muligt at gøre ikke-ledende overflader elektrisk ledende. Til det formål bruges såkaldte ledende lakker. Ud over specifikke bindemidler omfatter komponenterne i disse lakker mikropartikler, som gør lakken ledende.

Generelt fås ledende lakker i form af lak, men også i form af spray. Med andre ord kan ledende lakker til galvanisering enten sprøjtes eller pensles på. Ledende lakker fås også på kobber-, grafit- eller sølvbasis. Ledende sølvlakker har den højeste ledningsevne, mens ledende grafitlakker har den laveste ledningsevne. Dette afspejles også i prisen på de to typer ledende lak, da sølvledende lak er betydeligt dyrere end grafitledende lak. Den tredje kategori, kobberlederlakker, er relativt billige og har også relativt god ledningsevne. Ledende kobberlakker er derfor ideelle til galvanisering.

På grund af deres lave ledningsevne behandles ledende grafitlakker ikke yderligere i denne galvaniseringsvejledning. I stedet diskuteres sølvledende lakker og kobberledende lakker mere detaljeret.

5.2 Galvanisering med ledende sølvmalning

Sølvlederlak til galvanisering fås i den klassiske lakform, men også som spray. Sølvledningslak og sølvledningslak har forskellige fordele: Sølvledningslak er smudsafvisende, dvs. den holder bedre end kobberledningslak. Hvis den sprøjtes på i relativt tynde lag, tørrer den også hurtigt. Desuden er det emne, der er behandlet med sølvlederlak, straks ledende. Derfor er sølvlederlak også ideel til brug inden for elektroteknik.

Hvis det kun er små områder, der skal galvaniseres, kan de belægges direkte ved hjælp af pin-elektropletteringsprocessen, hvis de håndteres forsigtigt. Den maksimale størrelse på det område, der skal galvaniseres, er omkring 10 x 10 centimeter. Overfladen skal dog først behandles med blankt kobber.

Sølvlak er også meget velegnet til tøndepletteringsprocessen, da den garanterer høj slidstyrke.

5.3 Galvanisering med kobberledende lak

Hvis et emne skal gøres egnet til galvanisering med kobberledende lak, er det første trin grundig rengøring og affedtning (se [afsnit 2.1 Forrengøring af emnet](#)). I et andet trin kan emnet overtrækkes med kobberledende lak eller nedsænkes i kobberledende lak. Laklaget skal derefter tørre i mindst 10 til 15 minutter, men ideelt set længere.

Emnet kan derefter kobberbelægges ved hjælp af enten bad-elektropletteringsprocessen eller, med en omhyggelig tilgang, tampon-elektropletteringsprocessen.

Forsigtig: Kobberledende lak bliver kun stærkt ledende, når den er belagt med sur kobberelektrolyt. Af denne grund kan den ikke bruges inden for elektronik.