GUIDE DE GALVANISATION

pour une utilisation générale

V1.0

Contenu

Contenu 1
1 Les bases de la galvanisation 3
1.1 Aspects de la sécurité 3
1.2 Élimination des déchets produits 4
2 Préparation ou prétraitement 5
2.1 Le pré-nettoyage de la pièce 5
2.2 Le polissage de la pièce 6
3 Le revêtement à l'aide de la galvanisation 7
3.1 Température de travail 7
3.2 Densité de courant 7
3.3 Matériau de l'anode 8
3.4 Aperçu des procédures 10
3.5 Le procédé de galvanisation par bain 11
3.5.1 Équipement de base nécessaire 11
3.5.2 Surface de l'anode 11
3.5.3 Disposition des anodes 12
3.5.4 Comment la baignoire est-elle construite ? 14
3.6 Le procédé de galvanisation par broches ou par tampons 15
3.6.1 Équipement de base nécessaire 15
3.6.2 Éponge & Tampon 15
3.6.3 Epaississeur ou gélifiant 16
3.7 Le procédé de galvanisation au tonneau 17
3.7.1 Équipement de base nécessaire 17
3.7.2 Le remplissage du tambour de galvanisation 17
3.8 Protection des couches contre la corrosion 17

4 Galvanisation de différents métaux 20
4.1 Principes de base 20
4.2 Aluminium 20
4.3 bronze, cuivre & laiton 22
4.4 Chrome 23
4.5 Acier inoxydable 24
4.6 Fer & zinc 25
4.7 Nickel 26
4.8 Argent 26
4.9 Étain 26
4.10 Autres alliages métalliques 27
5 Galvanisation de surfaces non conductrices 28
5.1 Informations générales sur les vernis conducteurs 28
5.2 Galvanisation avec un vernis conducteur à l'argent 28
5.3 Galvanisation avec un vernis conducteur en cuivre 29

1 Les bases de la galvanisation

La section suivante présente les aspects fondamentaux de la galvanoplastie. Elle aborde les aspects de la sécurité et de l'élimination des déchets.

1.1 Aspects de la sécurité

Un électrolyte galvanique est un liquide conducteur de courant qui est absolument nécessaire pour la galvanisation. Un tel électrolyte métallique galvanique contient, outre des sels métalliques, de l'acide ou de la lessive, de l'eau et d'autres adjuvants chimiques, le précipité métallique étant séparé du sel métallique. Dans le domaine de la galvanisation industrielle, on utilise souvent des électrolytes contenant du cyanure libre, que l'on essaie de plus en plus de remplacer. De tels électrolytes sont extrêmement toxiques et ne conviennent pas à une utilisation dans le domaine des loisirs, de l'art et de l'atelier. C'est pourquoi ils ne sont pas pris en compte dans le cadre de ce guide.

Au lieu de cela, nous nous concentrons ici sur les électrolytes qui sont exempts de cyanure. Ceux-ci sont moins dangereux à manipuler. Néanmoins, il convient de noter que les électrolytes doivent être manipulés avec prudence et discernement, car il s'agit de substances dangereuses.

Les différents électrolytes de Dr. Galva sont conçus de manière à réduire au maximum les risques éventuels, tout en mettant l'accent sur la qualité la plus élevée possible.

Il est important que les électrolytes utilisés le soient exactement comme décrit dans le mode d'emploi. En principe, tous les produits chimiques doivent être utilisés exclusivement sur des postes de travail bien aérés et tenus à l'écart des denrées alimentaires. Les électrolytes ne doivent jamais être versés dans des bouteilles ou des récipients similaires afin d'éviter toute confusion avec des aliments.

Lors de la manipulation de produits chimiques ou de travaux de galvanisation, vous devez toujours porter des lunettes de protection. En outre, diverses autres étapes de travail nécessitent le port de gants de protection. Essayez en outre d'éviter la formation d'aérosols, c'est-à-dire de fines gouttelettes souvent sous forme de brouillard de pulvérisation. Cela se produit lorsque des gaz sont produits lors du dépôt de métal. Plus le courant est élevé, plus la formation d'aérosols est importante. Avec certains électrolytes, une couche de mousse se forme > elle réduit en même temps la formation d'aérosols. L'idéal est de fermer le récipient à l'aide d'une plaque en plastique ou en verre adaptée, de sorte que les gouttelettes ne puissent pas s'échapper. De cette manière, vous évitez le risque d'inhaler les gouttelettes, car elles peuvent être corrosives et / ou entraîner des problèmes de santé. Si vous disposez d'un poste de travail avec une hotte ou une fonction d'aspiration, utilisez-la.

Si vous ne vous sentez pas bien pendant le travail ou si vous ressentez des douleurs, quelles qu'elles soient, vous devez impérativement consulter un médecin.

Avant de commencer à travailler, il convient de lire attentivement les instructions et les informations relatives à la sécurité.

1.2 Élimination des déchets produits

En ce qui concerne l'élimination des déchets, en particulier des produits chimiques, l'objectif souhaitable est d'éviter la production de ces déchets. En d'autres termes, il faut utiliser le moins de déchets possible : Dans le cadre de votre travail, essayez de n'utiliser que la quantité de produits chimiques dont vous avez réellement besoin.

Si des déchets chimiques sont néanmoins produits et doivent être éliminés, il convient de les collecter par groupes et dans des conteneurs séparés. Dans presque toutes les villes d'Allemagne, les déchets chimiques peuvent être déposés gratuitement dans les centres de recyclage ou auprès des entreprises d'élimination de la ville. De plus, dans certaines régions, des camions de collecte de substances nocives collectent les déchets chimiques et veillent à leur élimination adéquate. Veuillez vous renseigner sur les possibilités locales. La plupart du temps, ces informations sont disponibles sur Internet.

Outre les services publics, le marché propose également des prestataires de services privés spécialisés dans l'élimination des déchets spéciaux tels que les produits chimiques, qui permettent un enlèvement facile.

En principe, il convient de conserver le récipient d'origine afin de pouvoir communiquer le numéro de code des déchets au service d'élimination des déchets ou de voir directement les substances dangereuses qu'il contient. Le numéro est également indiqué sur la fiche de sécurité du produit concerné (section 13). Les fiches de données de sécurité sont disponibles au format PDF dans la boutique Dr. Galva, sous les articles.

2 Préparation ou prétraitement

Si vous souhaitez galvaniser une pièce, vous devez la préparer ou la prétraiter en conséquence. Les étapes nécessaires vous sont présentées dans les sections suivantes de ce livre.

2.1 Le pré-nettoyage de la pièce

Pour que le processus de dépôt de métal se déroule avec succès, il est indispensable de prétraiter correctement la pièce.

Dans un premier temps, il convient d'éliminer mécaniquement la graisse et les particules de saleté, mais aussi la rouille éventuelle. Pour cela, vous pouvez par exemple utiliser de la laine d'acier, du papier abrasif ou du papier de verre. Pour éliminer les particules de graisse tenaces et les résidus de graisse, vous pouvez utiliser un nettoyant pour freins disponible dans le commerce.

Dans un deuxième temps, il faut enlever la fine couche d'oxydation qui se trouve encore sur la pièce. S'il s'agit d'une pièce en nickel ou en cuivre, vous ne pouvez pas voir cette couche d'oxydation à l'œil nu. Un prétraitement chimique est donc nécessaire. En règle générale, les couches d'oxydation sont éliminées à l'aide de solutions de décapage acides. Après le décapage, vous devez rincer la pièce à l'eau claire afin d'éliminer les éventuels résidus corrosifs de la solution de décapage.

Pour le décapage du nickel, il est recommandé d'utiliser Nickel-Strike, pour le cuivre et l'acier, le conditionneur convient. L'aluminium est ici nettement plus compliqué à revêtir en raison de la couche d'oxyde qui se forme très rapidement. Pour cela, il existe l'activateur d'aluminium Dr. Galva. Veuillez lire à ce sujet le chapitre 4.2.

Dans la boutique en ligne du Dr. Galva, vous pouvez acheter directement les produits suivants pour le prétraitement :

- Nickel-Strike - prétraitement de l'acier inoxydable et du nickel ; activateur de galvanoplastie
- Conditionneur - prétraitement de l'acier et du cuivre ; améliore l'adhérence
- Activateur d'aluminium - prétraitement de l'aluminium au zincate

Conseil

Après avoir nettoyé la surface de la pièce de manière appropriée, ne touchez en aucun cas la surface métallique à mains nues, car cela crée de petites taches de graisse sur la pièce qui sont exclues du processus de galvanisation. Utilisez donc impérativement des gants. Si vous touchiez la pièce avec des mains non protégées, vos empreintes digitales seraient visibles sur l'objet après la galvanisation. Les gants doivent être des produits non utilisés et non poudrés. L'idéal est d'utiliser des gants jetables en latex ou en nitrile.

S'il s'agit d'une tôle à galvaniser, il suffit de la saisir par les bords. En outre, il est recommandé d'utiliser une pincette ou une pince à creuset. De cette manière, on s'assure que la pièce entière est galvanisée. Seule une surface d'objet propre et exempte de graisse permet d'obtenir des résultats optimaux.

2.2 Le polissage de la pièce

Une fois la pièce pré-nettoyée et débarrassée des particules de rouille, etc., il est possible que l'objet à galvaniser ne soit pas tout à fait lisse et mat. Il présente par exemple de petites rayures. L'idéal est de polir la pièce avant de la galvaniser. Certaines méthodes permettent de rendre un métal mat brillant ou très brillant.

- On peut polir à la main, mais en même temps, cela prend beaucoup de temps et d'énergie.

- Pour de nombreux petits objets, il est possible d'utiliser un appareil de polissage à tambour. Comme son nom l'indique, ce type d'appareil est équipé d'un tambour dans lequel se trouvent de petites billes et de petits bâtonnets en acier inoxydable. Lorsque la pièce est placée dans le tambour et que celui-ci tourne, les billes et les bâtonnets exercent une action mécanique qui fait que la surface de la pièce apparaît lisse et très brillante. Ce processus de rotation peut durer de 30 minutes à plusieurs heures.

- Le polissage à l'aide d'un chevalet de polissage est également possible et vivement conseillé. Dans ce cas, le polissage s'effectue avec des disques rotatifs en tissu, en feutre ou en cuir. Le produit de polissage proprement dit est appliqué sur le disque. Celui-ci est composé de graisses, d'huiles et de fines particules. Pendant que le disque tourne, la pièce est doucement pressée contre le disque et la surface est ainsi finement poncée. En raison de la vitesse périphérique élevée et des poussières, il faut ici faire plus attention à la sécurité.

3 Le revêtement à l'aide de la galvanisation

La section suivante présente les différents procédés de galvanoplastie, ainsi que les outils de travail de base pour chaque méthode. En général, on distingue trois procédés galvaniques différents, à savoir la galvanisation au tonneau, la galvanisation au crayon/tampon et la galvanisation au bain.

3.1 Température de travail

Pour obtenir les meilleurs résultats possibles, il convient de tenir compte de la température de travail de l'électrolyte concerné. Celles-ci sont indiquées dans les instructions des différents produits. De nombreux électrolytes fonctionnent déjà de manière optimale à température ambiante. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser un moyen de chauffage externe.

En général, on peut dire que presque aucun électrolyte ne fonctionne bien en dessous de 15°C, il est donc important de faire attention à la température si l'on constate des problèmes avec l'électrolyte. Il faut également tenir compte de la température de la pièce à usiner, en particulier dans le cas de la galvanoplastie à broches.

3.2 Densité de courant

Lors de l'électrodéposition, un certain rapport entre le courant et la surface de l'électrode est particulièrement important. C'est ce que l'on appelle la densité de courant. Le courant est indiqué par rapport à l'unité de surface et s'exprime en A/dm². Des densités de courant plus élevées peuvent être appliquées en augmentant la température et en déplaçant le bain ou la pièce à traiter.

La densité de courant cathodique est importante pour la qualité des dépôts sur la pièce (cathode). Pour chaque électrolyte, il existe une plage de densité de courant optimale dans laquelle le dépôt est obtenu avec un bon résultat.

Du côté de l'anode, il y a la densité de courant anodique. Celle-ci est particulièrement importante pour la stabilité de l'électrolyte. Il devrait se dissoudre autant de métal qu'il s'en dépose à la cathode (pièce à usiner).

Dans le cas idéal, l'anode se dissout aussi rapidement que le métal se dépose sur la cathode, l'électrolyte durerait donc particulièrement longtemps. Dans la pratique, il existe toutefois une différence.

Par exemple, les électrolytes de zinc acides s'enrichissent plus rapidement que le métal ne se dépose, ce qui entraîne une turbidité des électrolytes après une longue période.

Dans le cas du nickel, l'anode se dissout plus lentement et l'électrolyte s'appauvrit lentement en ions nickel. Dans ce cas, on pourrait ajouter des sels de nickel appropriés pour augmenter à

nouveau la teneur. Toutefois, en raison de la classification des risques, les sels de nickel ne peuvent pas être vendus librement sur . Afin d'améliorer la solubilité de l'anode et de réduire la passivation, le fabricant ajoute en outre des ions chlorure à l'électrolyte.

3.3 Matériau de l'anode

En règle générale, le matériau de l'anode doit être le métal de la solution électrolytique spécifique. Par exemple, s'il s'agit d'un électrolyte de cuivre, il est recommandé d'utiliser une anode en cuivre. La raison en est qu'au cours du processus de galvanisation, l'anode se dissout et la solution électrolytique se régénère. Cela permet d'augmenter considérablement la portée de l'électrolyte, car le métal se ré-accumule dans la solution.

Attention !

Le chrome constitue une exception. Dans le cas d'un électrolyte au chrome (à base de chrome trivalent), il ne faut pas utiliser d'anode au chrome, car cela peut générer du chrome hexavalent (chrome VI) hautement toxique ! De plus, cela rend l'électrolyte inutilisable. Dans ce cas, il faut travailler avec des anodes en aluminium. Si l'on n'a pas d'anode en aluminium sous la main, on peut aussi s'aider d'une feuille d'aluminium.

Il faut absolument éviter les mauvaises anodes, car elles peuvent contaminer l'électrolyte et celui-ci doit alors être jeté ! Il est parfois possible de réparer l'électrolyte par dépôt si le métal gênant se dépose plus rapidement que le métal de l'électrolyte.

Si aucune anode n'est disponible dans le matériau de l'électrolyte, l'utilisation d'anodes inertes, comme le platine ou le graphite, est une option. En principe, il faut veiller à n'utiliser que des anodes appropriées. Si cet aspect n'est pas pris en compte, il est possible que les couches déposées se décolorent ou que l'électrolyte soit détruit.

Attention : les anodes doivent être soigneusement nettoyées avant et après leur utilisation. En outre, les anodes qui ne sont pas utilisées ne doivent pas rester dans l'électrolyte.

Conseil d'expert :

En ce qui concerne les anodes en graphite, il faut tenir compte du fait qu'elles sont poreuses et qu'il peut y avoir une absorption des composants de l'électrolyte. C'est pourquoi il convient d'utiliser des anodes en graphite différentes pour chaque électrolyte.

Si vous souhaitez utiliser une anode en graphite pour tout, il est indispensable de faire tremper l'anode dans l'eau au moins deux à trois fois pendant environ 10 minutes. Cela permet de garantir que les composants de l'électrolyte absorbés par l'anode sont rincés. Si vous ne rincez pas l'anode, il est possible que les substances soient libérées dans l'électrolyte suivant et que celui-ci soit contaminé.

Un autre inconvénient est que la résistance dans l'anode peut augmenter fortement, ce qui la rend inutilisable. Les anodes en graphite sont certes très universelles, mais nous les déconseillons car, bien qu'elles ne se dissolvent pas chimiquement, des particules pénètrent dans le bain et le troublent en raison du dégagement d'oxygène à l'anode. Au fur et à mesure de l'avancement du processus, ces particules se déposent également et la surface obtenue devient plus sombre. Il est donc préférable d'utiliser des anodes métalliques.

Comme alternative, nous pouvons recommander les anodes platinées, qui conviennent à presque tout. Cependant, il ne faut pas acheter des anodes trop bon marché. Parfois, la couche est trop fine ou incomplète et le métal sous-jacent peut contaminer l'électrolyte.

3.4 Aperçu des procédures

On distingue 3 procédés de dépôt électrolytique des métaux. Il s'agit de la galvanisation par bain, de la galvanisation par broche (ou par tampon) et de la galvanisation par tambour. Chacun de ces procédés a ses avantages et ses inconvénients.

Procédure	Avantages	Inconvénients
Galvanisation en bain	• Déroulement automatique du processus de galvanisation • Possibilité d'obtenir des épaisseurs de couche de quelques micromètres à plusieurs millimètres	• Bloc d'alimentation puissant nécessaire • Grands récipients nécessaires • Grande quantité d'électrolyte • Peu pratique pour la galvanisation de petites pièces
Galvanoplastie à broches / à tampons	• Possibilité de galvaniser de grandes surfaces • Bloc d'alimentation de faible puissance nécessaire, car le courant ne circule qu'au petit point de contact • Faible quantité d'électrolyte nécessaire	• Seules de faibles épaisseurs de couche peuvent être atteintes, d'où une protection quasi nulle contre la corrosion • Le processus de galvanisation n'est pas automatisé • Très chronophage • Épuisant
Galvanisation au tonneau	• Convient parfaitement à la galvanisation de petites pièces • Revêtement relativement uniforme grâce à la rotation continue • Le processus de galvanisation se déroule automatiquement • Remplissage rapide	• Bloc d'alimentation puissant nécessaire • De grands récipients sont indispensables • Grande quantité d'électrolyte • Les pièces à usiner reçoivent de petites marques d'impact • Un certain nombre de pièces est nécessaire pour que le contact avec les pièces soit permanent • ou taille de tambour appropriée

3.5 Le procédé de galvanisation par bain

La galvanisation par bain est une méthode qui consiste à plonger la pièce à galvaniser et l'anode dans un électrolyte. De plus, un flux de courant est généré, ce qui entraîne un dépôt de métal sur la pièce.

La galvanisation en bain est un procédé fréquemment utilisé dans l'industrie. En règle générale, les pièces sont chromées, dorées ou nickelées dans des cuves de très grandes dimensions. Pour ce faire, on utilise souvent des supports sur lesquels les pièces à revêtir sont suspendues. Pour augmenter la densité de courant possible et accélérer ainsi le dépôt, un mouvement du bain s'impose. Ce mouvement peut se faire par injection d'air, par pompage ou par déplacement du support.

L'avantage est que le procédé est facile à mettre en œuvre et qu'il est possible de générer de grands flux de courant, ce qui permet également de déposer des couches métalliques épaisses. L'inconvénient est que de grandes quantités d'électrolyte sont nécessaires pour remplir les cuves. C'est pourquoi la galvanisation par bain ne convient aux particuliers et aux amateurs que pour les petites pièces.

3.5.1 Équipement de base nécessaire

Pour réaliser le procédé de galvanisation par bain, il faut une source de courant continu réglable, une cuve ou un récipient, des câbles de connexion.

La source de courant peut être, par exemple, une alimentation de laboratoire, avec un affichage en volts et en ampères, c'est-à-dire en tension et en courant. Le récipient doit être suffisamment grand pour que l'objet à galvaniser puisse y être complètement immergé. Il doit être constitué d'un matériau résistant aux alcalis et aux acides ; outre les récipients en plastique, les récipients en verre conviennent également très bien. En outre, ils ont besoin de câbles pour raccorder l'alimentation électrique à la fois à l'anode et à la pièce. Pour éviter toute confusion, utilisez toujours un câble rouge pour le pôle (+) et un câble noir pour le pôle (-).

3.5.2 Surface de l'anode

La règle de base est la suivante : la surface de l'anode doit être aussi grande que la surface de la pièce à galvaniser. Si, au contraire, la surface de l'anode est trop petite, il est possible que les couches soient déposées de manière irrégulière.

Cet effet est dû au fait que le courant ne se répartit pas uniformément dans l'électrolyte (diffusion) et que celui-ci emprunte le chemin le plus court. Ainsi, dans la zone du chemin le plus court, le courant est plus élevé et la couche se dépose ici en plus grande épaisseur. La forme et la disposition de l'anode doivent également être appropriées pour que le courant puisse se répartir uniformément.

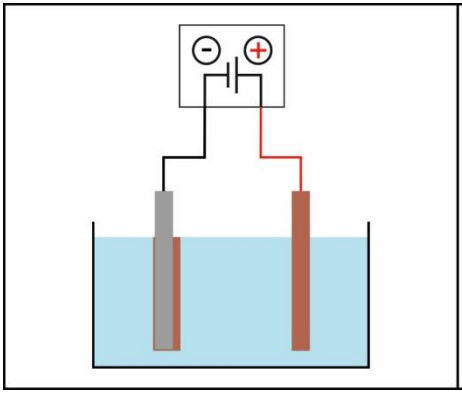
Une anode plus grande n'a pas d'effet négatif sur le résultat. Cependant, en raison d'une densité de courant anodique défavorable (rendement anodique), une passivation plus

importante peut avoir lieu (en fonction de l'électrolyte), ce qui réduit le flux de courant. Si c'est le cas, l'anode doit être nettoyée.

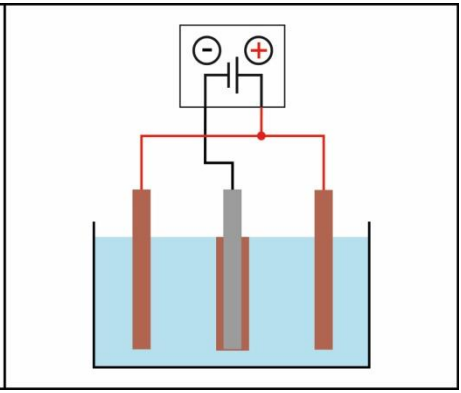
3.5.3 Disposition des anodes

En ce qui concerne la disposition des anodes, il convient de noter que la pièce à galvaniser doit être entourée d'anodes de manière uniforme sur tout son pourtour. Cela permet de garantir que les couches sont déposées de manière uniforme. Elles devraient au moins être présentes sur deux côtés, si possible.

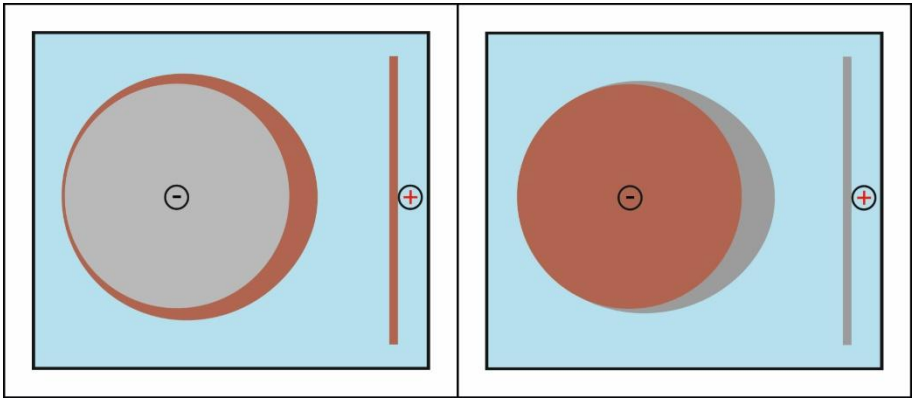
S'il n'est pas possible d'obtenir une telle disposition de l'anode, il est possible d'obtenir un revêtement uniforme sur la pièce en la faisant tourner en continu. Il est en outre important que la distance entre l'anode et la pièce à usiner soit aussi grande que possible.



L'anode et la pièce à usiner occupent une position opposée. Plus de métal est déposé sur la face avant de la pièce que sur la face arrière. La pièce doit être tournée à intervalles réguliers.

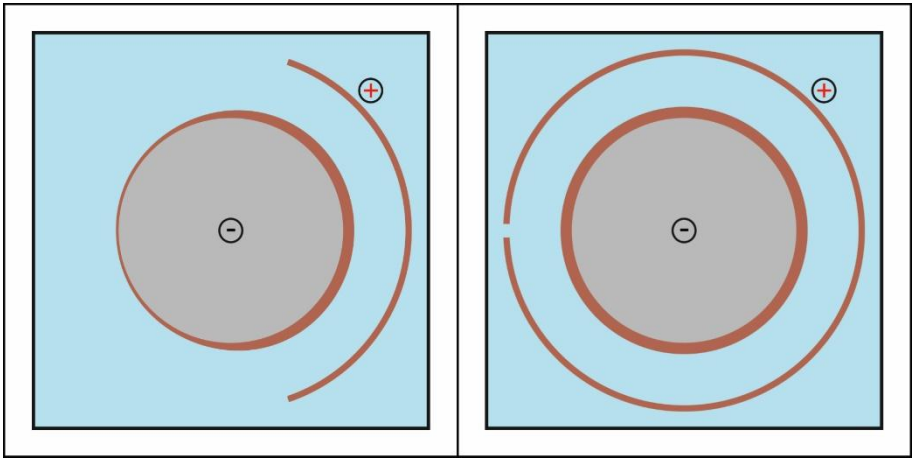


Deux anodes et la pièce à usiner se trouvent dans la cuve. Il faut noter que les deux anodes doivent être reliées au même bloc d'alimentation. La pièce à usiner est placée au centre, entre les deux anodes. Cela garantit un dépôt plus uniforme.



Bonne diffusion (par ex. cuivre acide) en utilisant une anode plate. Plus la distance est faible, plus le courant passe à ces endroits et plus de métal y est déposé. Grâce à la bonne diffusion, une fine couche est tout de même déposée sur la face arrière.

Mauvaise diffusion (par ex. zinc faiblement acide). Dans ce cas, le métal n'est déposé que sur la face orientée vers l'anode. Sur la face arrière, le courant ne circule pratiquement pas et il n'y a pas de dépôt, ou seulement un dépôt minimal.



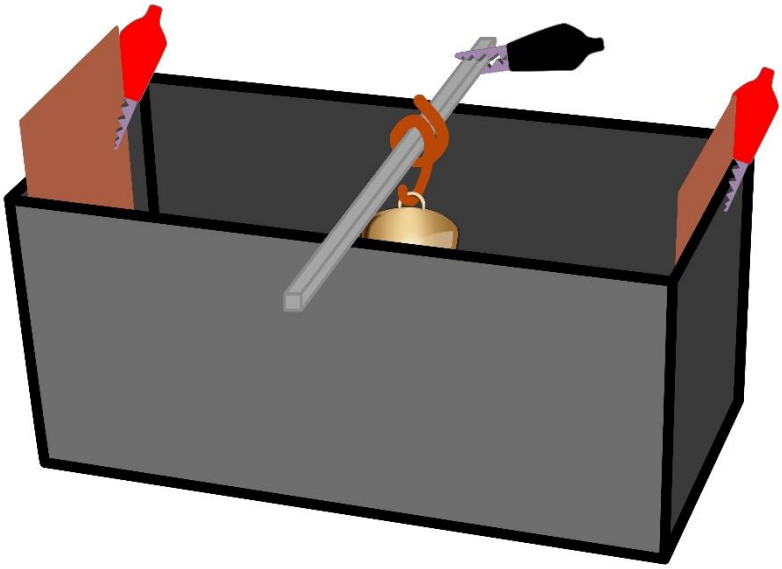
Si la forme est adaptée à la pièce, le métal se dépose de manière beaucoup plus régulière. Du côté opposé à l'anode, la couche est plus fine. Dans l'ensemble, la couche est nettement plus uniforme par rapport à une anode plate.

Dans le bain galvanique, on trouve une anode annulaire et la pièce à usiner. De cette manière, on s'assure que la distance entre l'anode et la pièce à usiner est la même tout autour. Pour obtenir un dépôt uniforme, il n'est pas nécessaire de faire tourner la pièce.

3.5.4 Comment la baignoire est-elle construite ?

Le bac est monté comme suit. Il est accompagné d'une traverse permettant de suspendre les objets et de les mettre en contact en même temps.

Ci-joint un graphique de présentation :



3.6 Le procédé de galvanisation par broches ou par tampons

Si l'on veut galvaniser des pièces fixes ou de grande taille, la meilleure solution est la galvanisation par tige. Pour ce faire, on utilise une tige métallique connectée en tant qu'anode (+) à l'extrémité de laquelle se trouve soit un tampon en tissu, soit une éponge (pour simplifier, nous utilisons uniquement le mot tampon). Le tampon sert à recevoir l'électrolyte et est complètement imbibé de l'électrolyte souhaité. Pendant que l'objet à galvaniser est relié à la cathode (-), la pièce est maintenant mise en contact avec le tampon dans un mouvement circulaire. De cette manière, un flux de courant est possible et après quelques secondes, une couche métallique se dépose aux points de contact correspondants.

Le mouvement circulaire est très important, car un courant élevé circule sur une petite surface de contact. Dès que l'on s'arrête avec le tampon sur une zone, celle-ci peut se ternir et prendre une couleur foncée (brûlures), cet effet se produit d'autant plus rapidement que le flux de courant est élevé. Il faut donc ici un peu d'expérience, mais on l'acquiert assez rapidement. Un mouvement de va-et-vient du tampon est plutôt inapproprié, car le mouvement est brièvement interrompu entre-temps et des brûlures peuvent déjà se produire en cas de densité de courant élevée.

De préférence, l'anode doit être constituée de matériaux inertes tels que le platine ou le graphite (et parfois aussi l'acier inoxydable) ou du matériau de l'électrolyte utilisé.

3.6.1 Équipement de base nécessaire

Pour réaliser le procédé de galvanoplastie par crayon ou tampon ou de galvanoplastie par crayon, il faut une source de courant continu réglable, c'est-à-dire un bloc d'alimentation réglable avec affichage numérique de la tension et du courant, une anode à crayon avec support d'anode (crayon de galvanoplastie), un jeu de câbles et un tampon ou une éponge. L'anode à broche (ou le support d'anode) doit être raccordée au pôle (+) du bloc d'alimentation à l'aide d'un câble. Il faut également équiper l'anode d'un tampon ou d'une éponge afin que le crayon galvanique complet soit prêt à l'emploi. La pièce elle-même est connectée au pôle (-), comme dans les méthodes décrites ci-dessus.

3.6.2 Éponge & Tampon

Si des éponges ou des tampons sont utilisés, il s'agit d'embouts qui absorbent l'électrolyte. Cette caractéristique est indispensable, car il doit maintenir l'électrolyte entre l'anode et la pièce pendant le processus de galvanisation et libérer les ions métalliques. Idéalement, les embouts de tampons pour la galvanisation disposent d'une très grande capacité d'absorption et sont robustes. Les tampons de galvanisation ne doivent pas non plus être trop fins, car cela pourrait entraîner des effets d'isolation dus à une pression élevée ponctuelle et le courant électrique ne pourrait pas être transmis. Un tampon pour la galvanisation ne doit pas non plus avoir de jointures extérieures, car cela pourrait provoquer des rayures sur le métal.

3.6.3 Epaississeur ou gélifiant

L'épaississant, également appelé gélifiant, est un agent épaississant spécifique. Les épaississants sont ajoutés à la solution électrolytique afin de la rendre plus épaisse. Il existe des épaississants spéciaux conçus pour les différents électrolytes galvaniques. Si des agents traditionnels sont utilisés ou mélangés, l'électrolyte devient généralement inutilisable. En principe, tous les types d'électrolytes peuvent être épaissis à l'aide d'agents gélifiants galvaniques. L'épaississement de l'électrolyte permet d'éviter que le liquide ne goutte, de travailler plus proprement et d'utiliser l'électrolyte avec parcimonie. Toutefois, l'électrolyte ne doit pas être trop épais.

Pour épaissir un électrolyte, vous devez verser la quantité d'électrolyte dont vous pensez avoir besoin dans un récipient et ajouter autant de gélifiant que nécessaire en remuant régulièrement, jusqu'à ce que la consistance ou la fermeté individuelle souhaitée soit atteinte. Procédez avec précaution et lentement. Veillez impérativement à ce que l'utilisation de poudre n'entraîne pas un trop fort dégagement de poussière. Si vous avez trop épaissi l'électrolyte, vous pouvez le rendre à nouveau plus liquide en ajoutant de l'électrolyte non épaissi.

3.7 Le procédé de galvanisation au tonneau

Le procédé de galvanisation au tonneau est idéal pour la galvanisation de grandes quantités de petites pièces, en particulier pour les pièces qui ne peuvent pas être fixées sur des supports ou qui ne peuvent l'être qu'à grand-peine. En principe, le processus de galvanisation correspond à celui de la galvanisation en bain, les pièces à galvaniser se trouvant en vrac dans un tambour tournant lentement. Les pièces sont mises en contact à l'aide d'une barre de contact placée au centre, de billettes mobiles (câbles avec capuchon conducteur) ou de points de contact appropriés dans la paroi du tambour ; le tambour est mis en rotation à l'aide d'un moteur. Le mouvement régulier qui en résulte garantit un revêtement relativement uniforme des petites pièces, mais il existe des différences subtiles, car le mélange incontrôlé permet à certaines pièces d'être contactées plus longtemps et d'obtenir ainsi une épaisseur de couche plus élevée, ou cet effet est également inversé (c'est-à-dire un temps de contact plus court et une épaisseur de couche plus faible).

L'avantage ici est qu'il est rapide à charger, car les pièces sont simplement introduites en vrac. L'inconvénient est que les pièces reçoivent toujours de petites marques d'impact, car elles sont mélangées entre elles, c'est pourquoi ce processus est moins adapté au poli miroir, mais cela ne joue aucun rôle pour les vis, etc. Un nombre minimum de pièces est également nécessaire pour que les pièces soient en contact continu.

3.7.1 Équipement de base nécessaire

Pour réaliser le procédé de galvanisation au tonneau, vous avez besoin d'un tonneau de galvanisation. Outre le tambour, les composants de base sont un motoréducteur et la mécanique, qui constituent ensemble une installation de galvanisation à tambour. Tout comme pour le procédé de galvanisation par bain, un bloc d'alimentation réglable suffisamment puissant et un jeu de câbles sont nécessaires.

3.7.2 Le remplissage du tambour de galvanisation

La règle de base est la suivante : le tambour de galvanisation doit être rempli de pièces jusqu'à une charge maximale de 40 à 50 %. Cela permet de garantir la libre circulation des composants et d'éviter les blocages, les coincements ou même les blocages. Si cela se produisait, les points de contact ne permettraient pas d'obtenir un revêtement idéal et donc une galvanisation uniforme. Il faut absolument veiller à ce que ceux-ci soient également en contact avec la broche de contact.

Conseil d'expert : les billes sont le matériau de remplissage optimal, car elles ne peuvent pas s'incliner, un mouvement libre est garanti, tout comme un résultat de galvanisation idéal.

3.8 Protection des couches contre la corrosion

Une bonne protection contre la corrosion n'est obtenue qu'avec une couche suffisamment épaisse ou alors avec une combinaison de couches appropriée. Une fine couche de chrome sur du fer n'offre pratiquement aucune protection, c'est pourquoi on utilise au moins la

combinaison nickel- chrome. La couche de nickel sous-jacente présente un autre avantage, car le nickel (nickel brillant) fait mieux ressortir la brillance. Si l'on souhaite également améliorer la protection contre la corrosion dans une atmosphère réductrice, on utilise la combinaison de couches cuivre-nickel-chrome, car le cuivre fait ici un meilleur travail.

D'une manière générale, il faut donc

La protection contre la corrosion est très différente selon le métal formé. Il existe également de grandes différences entre les différents types d'électrolytes. De nombreux types déposent avec des pores microscopiques - dans ces zones, la protection est inexistante. Pour fermer les pores, des couches plus épaisses sont nécessaires. Une combinaison de plusieurs couches améliore nettement la protection. Les différentes couches se complètent alors et la protection contre la corrosion augmente de manière exponentielle, conformément à la devise "1+1=5".

Exemples de protection contre la corrosion :

Nickel :

Une couche de nickel pur ne possède une bonne protection contre la corrosion qu'à partir de 25µm, mais dans la combinaison de couches nickel-chrome ou aussi cuivre-nickel-chrome, la protection est fortement améliorée.

Le zinc :

Pour le zinc, une épaisseur de couche d'environ 10 µm est recommandée. Le zinc a un effet à distance qui permet de protéger cathodiquement les zones de fer non recouvertes (par ex. les pores ou les zones endommagées mécaniquement).

Zinc-nickel :

C'est ici que se rencontre la combinaison de 2 éléments protecteurs. D'une part, le zinc actif et le nickel passif. Ces deux éléments forment une couche commune offrant une protection accrue. L'épaisseur moyenne des couches se situe entre 5 µm et 10 µm. Les couches sont également résistantes à la corrosion à des températures allant jusqu'à 180°C, ce qui fait que les couches de zinc-nickel sont idéales pour protéger les composants des moteurs à combustion.

Ici, dans l'exemple, un châssis chromé, avec une épaisseur de couche manifestement insuffisante, ou une exécution inadaptée de la couche de base :

4 Galvanisation de différents métaux

Dans la section suivante, l'accent est mis sur les différents métaux qui peuvent être revêtus, comme le cuivre, le fer, l'argent, etc.

4.1 Principes de base

Le revêtement des métaux au cours de la galvanisation doit toujours suivre un processus spécifique. Par exemple, la dorure du zinc ne peut pas être réalisée directement. Cela s'explique par le comportement chimique différent des différents métaux par rapport à l'électrolyte. En outre, il est indispensable d'intégrer des couches dites de barrage, car elles empêchent l'alliage ou le mélange des couches limites. De telles couches de barrage sont constituées soit de palladium, soit de nickel. Si, par exemple, lors de la dorure du cuivre, aucune couche barrière n'est intégrée, mais que la pièce en cuivre est directement dorée, les couches de cuivre et d'or se mélangent, de sorte qu'au bout d'un certain temps, la couche d'or prend une teinte rougeâtre. Ce processus peut durer de quelques jours à plusieurs mois.

4.2 Aluminium

L'aluminium est un métal non précieux. L'aluminium s'oxyde immédiatement à l'air, ce qui constitue un processus de protection ou de passivation. La couche d'oxyde d'aluminium qui sert de protection est gênante pour l'adhérence. Cela signifie qu'un revêtement direct d'aluminium est empêché, car le revêtement suivant est facilement détachable.

Pour que l'aluminium puisse être galvanisé, il faut créer une surface métalliquement pure. Ce n'est que lorsque c'est le cas qu'une forte adhérence et une bonne qualité du revêtement sont possibles. Mais comme la couche d'oxyde se forme en très peu de temps, il faut utiliser des processus qui éliminent les oxydes et créent une couche dans la même étape, sans que la pièce soit exposée à l'air. Pour cela, nous avons l'activateur d'aluminium Dr. Galva. La pièce est immergée dans l'activateur d'aluminium à température ambiante, les oxydes sont éliminés et une couche de zinc est déposée simultanément. Ce procédé est également appelé procédé au zincate. Malheureusement, la couche de zinc qui se forme est mate, ce qui permet soit de l'aplanir et de la faire briller par un autre dépôt galvanique, soit de polir la couche suivante.

Les pores de la surface de l'aluminium posent problème à cet égard. La solution pourrait s'y accumuler et continuer à corroder l'aluminium après le revêtement - des bulles pourraient se former ultérieurement sur la surface. Les pores doivent donc être évités autant que possible, ils peuvent être éliminés par exemple par ponçage. L'activateur d'aluminium Dr. Galva possède une viscosité plus faible afin de réduire l'inclusion de la solution dans les lingotières poreuses de la fonte. En règle générale, l'activateur d'aluminium doit être rincé après son utilisation, d'abord avec de l'eau , puis avec de l'acide citrique dilué (les solutions alcalines sont généralement difficiles à éliminer). Cela permet de neutraliser les éventuels résidus.

La couche de zinc qui s'est maintenant formée est maintenant cuivrée avec notre "Electrolyte de cuivre alcalin". Il faut veiller à ce que la couche ne soit pas trop fine. Si la couche est trop fine, il pourrait rester de très fines zones libres (pores) à travers lesquelles un électrolyte acide pourrait attaquer la couche de zinc sous-jacente et réduire l'adhérence, ou même former ultérieurement des bulles, car l'électrolyte acide pourrait y être emprisonné lors de la galvanisation. On peut soit épaissir cette couche et la polir, soit la rendre directement brillante avec notre "electrolyte de cuivre brillant".

4.3 bronze, cuivre & laiton

Le bronze, le cuivre et le laiton sont des métaux qui doivent être traités avec un nettoyant pour cuivre ou décapés (conditionneur) avant d'être galvanisés. En effet, ces métaux forment de légères couches d'oxydation foncées.

Sur le cuivre et le laiton, il est possible d'appliquer une couche barrière de nickel ou de palladium. Alors que le palladium n'a pas besoin d'être activé, il est nécessaire d'activer le nickel avec Nickel-Strike. Ensuite, le cuivre et le laiton peuvent être recouverts de n'importe quel métal.

En revanche, il est possible d'appliquer directement un métal sur le bronze, car il fait lui-même office de couche barrière.

Connaissances supplémentaires : Le cuivre et la galvanoplastie

Le cuivre est un métal relativement mou qui se prête parfaitement au traitement. En ce qui concerne le cuivre et la galvanoplastie, il faut faire la distinction entre le revêtement du cuivre lui-même et le revêtement d'autres métaux avec du cuivre.

En principe, le cuivre peut être galvanisé avec une multitude de métaux différents, le chrome, le nickel et l'aluminium étant parmi les plus utilisés.

Si une pièce en cuivre doit être galvanisée, elle doit être conditionnée au préalable. Cela signifie que la pièce doit être rectifiée, polie et brossée. En outre, la couche d'oxydation du cuivre doit être enlevée et la pièce doit être gravée. Ensuite, la surface doit être dégraissée et nettoyée.

Pour le chromage du cuivre, la pièce doit être nickelée dans un premier temps. Cette étape doit parfois être répétée au cours du processus de galvanisation. Cela permet d'influencer l'état de surface de la pièce en cuivre de manière à ce que le chrome y adhère mieux.

4.4 Chrome

Tout comme l'aluminium, il est difficile d'appliquer un revêtement direct sur le chrome, car il forme également une couche d'oxyde pour le protéger. Contrairement à l'aluminium, qui peut être décapé, ce procédé ne peut pas être utilisé pour le chrome. C'est pourquoi il faut enlever le chrome avant de le galvaniser. Dans le cadre de la galvanisation industrielle, le chrome est déposé sur des couches de nickel. Celles-ci doivent donc être préalablement mises à nu. Pour enlever le chrome, on utilise un décapant spécial pour chrome. Pendant l'enlèvement, des composés de chrome toxiques se forment. Il est impératif d'éviter toute contamination, car il s'agit de composés de chrome (VI). Une fois la couche de nickel exposée et l'activation par l'acide effectuée, la pièce peut être directement revêtue du métal souhaité. Le processus de dorure constitue une exception, car il peut être effectué directement, c'est-à-dire que le chrome ne doit pas être enlevé.

Connaissances supplémentaires : Composés de chrome (VI)

En principe, les composés du chrome (VI) sont clairement reconnaissables à l'œil nu grâce à leur couleur jaune intense. Les composés de chrome (VI) sont extrêmement toxiques, ils ont des effets cancérigènes et mutagènes. Les solutions aqueuses de chrome (VI) ont un caractère fortement corrosif. L'ingestion de chrome(VI) entraîne des troubles digestifs, des crampes, des paralysies et des lésions rénales. 0,6 gramme de chrome(VI) ingéré par voie orale peut être mortel. C'est pourquoi nous vous conseillons de ne pas essayer les recettes faciles que vous trouverez sur Internet et de prendre soin de votre santé.

Les décapants pour chrome de qualité supérieure contiennent des additifs qui neutralisent les composés nocifs dès leur apparition. Cette réaction est reconnaissable au changement de couleur : la couleur jaune intense se transforme en une couleur vert clair. Cela garantit une plus grande sécurité pendant le processus.

Néanmoins, il est possible que du chrome(VI) se forme, surtout à des épaisseurs élevées. Les composés de chrome (VI) doivent être récupérés et éliminés de manière appropriée. Pour cela, il est possible d'utiliser de la poudre de vitamine C traditionnelle (acide ascorbique aqueux), car le chromate est neutralisé en chrome(III) vert, pratiquement non toxique.

4.5 Acier inoxydable

L'acier inoxydable est généralement du fer qui a été rendu résistant à la corrosion par l'ajout de nickel et de chrome. La teneur typique en nickel est d'environ 10 % et celle en chrome de 18 %, d'où l'appellation "acier inoxydable 18/10".

En raison de sa teneur en chrome, l'acier inoxydable est quasiment résistant en ce qui concerne les revêtements galvaniques. La couche suivante pourrait se détacher, car l'acier inoxydable forme une couche d'oxyde protectrice qui réduit l'adhérence. Pour revêtir l'acier inoxydable, il faut donc le nickeler directement (Nickel-Strike) ou le dorer directement (Gold-Strike). L'acier inoxydable peut ensuite être revêtu. Si l'acier inoxydable doit être argenté ou chromé, il convient d'appliquer une couche de nickel qui servira de base. Pour dorer l'acier inoxydable, il est possible, mais pas obligatoire, d'appliquer au préalable une couche de nickel (traitement préalable avec Nickel-Strike néanmoins nécessaire).

4.6 Fer & zinc

Certains métaux sont dits communs. Le fer et le zinc, par exemple, en font partie. Les métaux communs ne sont pas adaptés à la galvanisation avec des électrolytes fortement acides, car ils peuvent être attaqués ou rongés par ces derniers.

Les électrolytes alcalins ont une concentration nettement plus faible que les électrolytes acides. Avec les électrolytes alcalins, seule une fine couche doit être appliquée au cours du processus d'électrodéposition. Il convient de noter que la formation d'une couche d'électrolyte alcalin prend plus de temps et que le rendement est plus faible. Lors de la galvanisation, il faut impérativement veiller à ce que la couche appliquée ne présente pas de défauts ; en cas de doute, il vaut mieux appliquer une couche un peu plus épaisse. Si tel était le cas, le revêtement serait sous-alimenté lors de l'électrodéposition suivante avec un électrolyte acide, pour employer un euphémisme. En d'autres termes : Si le premier revêtement ne présente qu'une petite zone défectueuse, la couche entière peut s'écailler ou des bulles peuvent se former (avec un certain retard). C'est pourquoi les pièces en fer ou en zinc doivent, dans un premier temps, être bronzées ou cuivrées dans un bain alcalin. Dans un deuxième temps, des couches plus épaisses peuvent être appliquées dans un bain acide.

En outre, il est possible de galvaniser directement le fer en recourant à un électrolyte de zinc faiblement acide.

Connaissances supplémentaires : Métaux précieux, métaux semi-précieux et métaux communs

Il s'agit de métaux communs lorsque, dans des conditions normales, une réaction se produit avec l'oxygène de l'air. Cette réaction est appelée oxydation. Les métaux comme le fer et le zinc, mais aussi l'aluminium et le plomb, etc. sont des métaux de base.

Outre les métaux communs, il existe également des métaux dits précieux qui, dans des conditions normales, ne réagissent pas avec l'oxygène de l'air. Les métaux précieux comprennent l'or, l'argent et les métaux du groupe du platine, comme le rhodium.

Il existe également des métaux semi-précieux. Par rapport aux métaux précieux, ils se corrodent plus rapidement à l'air et se dissolvent rapidement dans les acides oxydants. Cela signifie que les métaux semi-précieux sont moins résistants à la corrosion que les métaux précieux.

4.7 Nickel

Si une pièce en nickel doit être galvanisée, il faut savoir que le nickel forme également des couches d'oxyde protectrices. Comme pour les autres métaux oxydants, la couche d'oxyde doit être éliminée avant le traitement ultérieur. L'utilisation du Nickel-Strike de Dr. Galva est optimale.

Une fois la couche d'oxyde enlevée, tous les métaux peuvent être appliqués sur le nickel.

Le nickel doit maintenant être revêtu rapidement. Après quelques heures, la couche d'oxyde est à nouveau complètement formée et le nickel doit être à nouveau traité avec Nickel-Strike.

Le nickel forme une très bonne barrière de diffusion et trouve donc de nombreuses applications dans la galvanoplastie. La couche barrière empêche par exemple le cuivre de se diffuser dans l'or et de le décolorer avec le temps. Pour remplacer le nickel, on utilise aussi le palladium comme couche barrière, mais son prix est nettement plus élevé.

4.8 Argent

L'argent est un métal précieux qui présente une forte tendance à la sulfuration, c'est-à-dire à la coloration noire. Si une pièce en argent doit être galvanisée, il est impératif d'éliminer cette couche, également appelée patine argentée.

Si une pièce en argent doit être dorée, il faut dans un premier temps appliquer une couche barrière de palladium ou de nickel. Cela permet d'éviter la décoloration et l'alliage de l'or. Une fois la couche barrière mise en œuvre, il est possible d'appliquer l'or.

En revanche, si l'on souhaite éviter la sulfuration de l'argent sans en modifier la couleur, la pièce en argent peut par exemple être recouverte de rhodium.

4.9 Étain

L'étain présente également une fine couche d'oxyde, de sorte qu'une pièce en étain doit d'abord être activée. Le conditionneur Dr. Galva peut être utilisé à cet effet. Après l'activation, l'étain peut être directement nickelé ou cuivré en milieu alcalin. Il est également possible de le recouvrir de bronze.

4.10 Autres alliages métalliques

Dans la pratique, on trouve presque tous les types d'alliages métalliques. En fonction de leur composition spécifique, les différents alliages métalliques présentent également des caractéristiques physiques et chimiques différentes. En règle générale, la procédure de galvanisation d'un alliage métallique donné est la même que celle qui serait appliquée aux principaux composants. Par exemple, s'il s'agit d'un alliage d'aluminium, la procédure de galvanisation de l'aluminium serait utilisée. En revanche, s'il s'agit d'un alliage ferreux, le procédé de galvanisation du fer serait utilisé.

5 Galvanisation de surfaces non conductrices

En principe, il est possible de galvaniser non seulement des pièces avec des surfaces conductrices, mais aussi des objets avec des surfaces non conductrices. La section suivante fournit des informations générales sur ce sujet et explique plus en détail la galvanisation à l'aide de vernis conducteur à l'argent et de vernis conducteur au cuivre.

5.1 Informations générales sur les vernis conducteurs

Les pièces dont la surface est non conductrice ne peuvent pas être galvanisées directement, qu'il s'agisse d'objets en plastique, en matière synthétique ou en bois par exemple. Il est toutefois possible de rendre les surfaces non conductrices électriquement conductrices. On utilise à cet effet des vernis conducteurs. Outre des liants spécifiques, ces vernis contiennent des particules minuscules qui rendent le vernis conducteur.

En principe, les vernis conducteurs sont disponibles sous forme de laque, mais aussi sous forme de spray. En d'autres termes, les vernis conducteurs pour la galvanisation peuvent être soit pulvérisés, soit appliqués au pinceau. En outre, les vernis conducteurs sont disponibles à base de cuivre, de graphite ou d'argent. Alors que les vernis conducteurs à base d'argent ont la conductivité la plus élevée, les vernis conducteurs à base de graphite ont la conductivité la plus faible. Cela se reflète également dans le prix des deux types de vernis conducteurs, car les vernis conducteurs à l'argent sont nettement plus chers que les vernis conducteurs au graphite. La troisième catégorie, à savoir les vernis conducteurs au cuivre, est relativement bon marché et possède également une conductivité relativement bonne. Les peintures conductrices au cuivre sont donc idéales pour la galvanoplastie.

En raison de leur faible conductivité, les vernis conducteurs au graphite ne sont pas abordés dans ce guide de la galvanisation. En revanche, les vernis conducteurs à base d'argent et les vernis conducteurs à base de cuivre sont abordés de manière plus approfondie.

5.2 Galvanisation avec un vernis conducteur à l'argent

Le vernis conducteur d'argent pour la galvanisation est disponible sous forme classique de vernis, mais aussi sous forme de spray. Le vernis conducteur à l'argent et le vernis conducteur à l'argent présentent différents avantages : le vernis conducteur à l'argent est résistant à l'essuyage, c'est-à-dire qu'il tient mieux que le vernis conducteur au cuivre. De plus, s'il est appliqué en couches relativement fines, il sèche rapidement. De plus, la pièce traitée au vernis conducteur à l'argent est immédiatement conductrice. C'est pourquoi les vernis conducteurs à l'argent conviennent parfaitement à l'utilisation dans l'électrotechnique.

Si seules de petites surfaces doivent être galvanisées, elles peuvent être directement revêtues à l'aide du procédé de galvanisation au stylo, à condition d'être manipulées avec précaution. La

taille maximale de la surface à revêtir est d'environ 10 centimètres sur 10. La surface doit toutefois être traitée dans un premier temps avec du cuivre brillant.

La laque argentée est également très bien adaptée au procédé de galvanisation au tonneau, car elle garantit une grande résistance à l'abrasion.

5.3 Galvanisation avec un vernis conducteur en cuivre

Si une pièce doit être rendue apte à la galvanisation à l'aide d'un vernis conducteur au cuivre, la première étape consiste à la nettoyer soigneusement et à la dégraisser (voir à ce sujet le chapitre 2.1 Le nettoyage préalable de la pièce). Dans un deuxième temps, la pièce peut être enduite de vernis conducteur au cuivre ou être immergée dans le vernis conducteur au cuivre. La couche de vernis doit ensuite sécher pendant au moins 10 à 15 minutes, idéalement plus longtemps.

La pièce peut alors être cuivrée soit par le procédé de galvanisation en bain, soit, si l'on procède avec précaution, par le procédé de galvanisation au tampon.

Attention : le vernis conducteur à base de cuivre ne devient bon conducteur que lorsqu'il est recouvert d'un electrolyte de cuivre acide. Pour cette raison, l'utilisation dans le domaine de l'électronique n'est pas possible.