



# GALVANIK LEITFADEN

Stand: 12.12.2017  
Ausgabe 1.2.1

# VORWORT

## Sehr geehrte Leser,

auf Grund zahlreicher Gespräche mit Kunden und Anwendern haben wir uns entschlossen diesen Leitfaden als hilfreichen Ratgeber zur Galvanik zu schreiben. Wir stellen diesen Leitfaden frei zur Verfügung und werden mit der Zeit unsere und Ihre Erfahrungen in diesen Ratgeber miteinfließen lassen, so dass Sie ständig bestens informiert sind und von Ratschlägen und Tipps profitieren können. Scheuen Sie sich nicht und teilen Sie uns Ihre Verbesserungsvorschläge und Kritik mit, wir nehmen diese sehr ernst.

Dieser Leitfaden richtet sich an alle Künstler, Hobby-Galvaniseure und Werkstätten, welche die Galvanik zum Veredeln oder Restaurieren von Werkstoffen oder Kunstwerken verwenden wollen. Vorkenntnisse in der Galvanik sind hilfreich aber nicht notwendig. Der Leitfaden beansprucht nicht für sich die ganze Komplexität der Galvanik im Detail zu beschreiben, vielmehr soll er ein kreativer Wegweiser in diese interessante Technik sein und kurz die wesentlichen praktischen Schritte erläutern. Er soll sowohl Anfängern als auch professionellen Anwendern das Leben erleichtern und wichtige Tipps zur Durchführung ihrer Arbeiten geben.

Die Anwendungsgebiete der Galvanik sind vielfältig und so können unzählige Gegenstände wie zum Beispiel Felgen, Werkzeuge oder Feuerzeuge mit den Produkten von Tifoo verchromt, versilbert oder vergoldet werden. Die Metallisierung gibt den Werkstücken einen hohen optischen und materiellen Wert. Selbst nichtleitende Materialien wie Glas, Kunststoff oder sogar Blumen können metallisiert werden und erhalten dadurch Exklusivität und Charakter.

**Viel Erfolg, Spass und viele interessante Projekte  
wünschen Ihnen die Autoren**

Dr. Jonas Mark

Dr. Peter Raster

Dr. Stefan Weiß

# INHALTSVERZEICHNIS

- 1. Galvanik für Jedermann ..... 6**
  - 1.1. Was ist Galvanik – Wie funktioniert es .....6
  - 1.2. Was kann galvanisiert werden .....7
- 2. Grundsätzliches ..... 7**
  - 2.1. Sicherheit .....7
  - 2.2. Entsorgung ..... 8
- 3. Vorbereitung ..... 9**
  - 3.1. Vorreinigung .....9
  - 3.2. Polieren .....9
- 4. Galvanisches Beschichten – Metallisieren mit Strom ..... 10**
  - 4.1. Methoden: Bad-, Stift- und Trommelgalvanik..... 10
  - 4.2. Badgalvanik ..... 12
    - 4.2.1. Benötigte Grundausstattung..... 12
    - 4.2.2. Elektrodenmaterial ..... 12
    - 4.2.3. Elektrodenfläche ..... 12
    - 4.2.4. Elektrodenanordnung ..... 13
    - 4.2.5. Arbeitstemperatur..... 14
  - 4.3. Trommelgalvanik..... 14
    - 4.3.1. Benötigte Grundausstattung..... 14
    - 4.3.2. Elektroden ..... 14
    - 4.3.3. Befüllung der Trommel ..... 14
  - 4.4. Stiftgalvanik..... 14
    - 4.4.1. Benötigte Grundausstattung..... 14
    - 4.4.2. Elektroden ..... 15
    - 4.4.3. Tampons ..... 15
    - 4.4.4. Gelbildner..... 15
- 5. Beschichten verschiedener Metalle ..... 15**

5.1. Allgemein .....	15
5.2. Kupfer, Messing und Bronze .....	16
5.3. Zink/Eisen.....	16
5.4. Silber .....	17
5.5. Aluminium.....	17
5.6. Chrom .....	17
5.7. Nickel .....	18
5.8. Zinn .....	18
5.9. Edelstahl .....	18
5.10. Sonstige Metalllegierungen .....	19
<b>6. Metallisieren ohne Strom .....</b>	<b>19</b>
6.1. Galvanische und stromlose Verfahren im Vergleich .....	19
6.2. Benötigte Grundausstattung.....	20
6.3. Stromlose Bäder allgemein .....	20
6.4. Chemisch Nickel (Nickelstar) .....	21
6.5. Chemisch Silber (Silver Star und Silbergel).....	22
6.6. Chemisch Gold (Tifoo Goldstar) .....	23
6.7. Chemisch Rhodium (Tifoo Rhodiumstar) .....	23
<b>7. Galvanisieren von nicht leitenden Obeflächen .....</b>	<b>23</b>
7.1. Leitlacke allgemein .....	23
7.2. Tifoo Kupferleitlack .....	24
7.3. Tifoo Silberleitlack und Silberleitlackspray .....	24
<b>8. Nachbehandlung und Politur .....</b>	<b>25</b>
<b>9. Berechnung der Schichtdicken .....</b>	<b>25</b>
<b>10. Häufige Fehler und deren Behebung.....</b>	<b>26</b>
10.1. Ungleichmäßige Beschichtung und Flecken.....	27

10.2. Abblättern der Schicht nach dem Galvanisieren .....	27
10.2.1. Abplatzungen durch Oberflächenoxide .....	27
10.2.2. Abplatzungen durch stromlose Reaktionen .....	28
10.3. Kein Glanz trotz Glanzbildner .....	28
10.4. Das Objekt nimmt kein Metall an .....	29
10.5. Es treten Kristallite bzw. „Pickel“ auf .....	29
10.6. Es treten schwammige Schichten auf, die nicht haften.....	29
10.7. Es treten „Anbrennungen“ auf .....	30
10.8. Elektrolyt ist trübe und es scheiden sich matte bzw. schmutzige Schichten ab .....	30
10.9. pH-Wert stimmt nicht mehr - Elektrolyt scheidet schlecht ab ....	30
10.10. Der Stromfluss nimmt während des Galvanisierens schnell ab ..	31
<b>11. Nützliche Tipps und Tricks.....</b>	<b>31</b>
11.1. „Pseudovergolden“ .....	31
11.2. Irisierende Regenbogenpatina.....	31
11.3. Kathodenblechleiste um mehrere Teile gleichzeitig zu galvanisieren	32
11.4. Die „ideale“ Vergoldung von nicht leitfähigen Objekten.....	32
<b>12. Über Tifoo.....</b>	<b>33</b>

# 1. Galvanik für Jedermann

## 1.1. Was ist Galvanik – Wie funktioniert es

Um es kurz und einfach zu fassen: **Galvanik ist ein Verfahren mit dem man elektrisch leitfähige Oberflächen mit Metallen beschichten kann.**

Damit sich Metall abscheidet, muss ein leitfähiger Gegenstand in eine Metallsalzlösung (Elektrolyt) getaucht werden und mit einer Stromquelle verbunden werden damit elektrischer Strom fließen kann. Für die Galvanik spielt nur Gleichstrom, wie er zum Beispiel aus einer Batterie oder aus einem Netzgerät gewonnen werden kann, eine Rolle. Es gibt auch Netzgeräte die Wechselstrom liefern, diese tragen aber stets den Aufdruck „AC“. Gleichstromnetzgeräte tragen immer den Aufdruck „DC“. Gleichstrom besitzt immer zwei Pole, den (-)-Pol (schwarze Buchse) der **Kathode** genannt wird und den (+)-Pol (rote Buchse) der **Anode** genannt wird.

Der Gegenstand auf dem das Metall abgeschieden werden soll muss immer mit dem (-)-Pol, also der Kathode verbunden werden. Die Anode sollte entweder aus dem Metall bestehen welches abgeschieden wird, also zum Beispiel Kupferblech beim Verkupfern oder aus einem Passivmaterial, wie zum Beispiel Graphit beim Versilbern oder Vergolden. Bei regelbaren Netzteilen, bei denen Spannung und Strom reguliert werden kann stellen Sie bitte den Regler für die Spannung (Volt) auf den Höchstwert. Beim Galvanisieren stellen Sie den Strom nur mit dem Stromregler (Ampere) ein. Diesen drehen Sie vor dem Galvanisieren ganz nach links, so dass kein Strom fließt. Durch vorsichtiges Drehen nach rechts können Sie dann den gewünschten Strom einstellen. Entscheidend für den Erfolg ist ein geeigneter Elektrolyt. Dieser besteht aus einer Lösung von Metallsalzen und Zusatzstoffen in Wasser.

Für den Strom gibt es zwei wichtige Kenngrößen, zum einen die Spannung, welche in Volt [V] angegeben wird und die Stromstärke, welche in Ampere [A] gemessen wird. Bei einem regelbaren Netzgerät können Sie Spannung und Strom mit einem Regler verändern. Bei einer Batterie bleibt die Spannung immer gleich. Vergleicht man den elektrischen Strom zum Beispiel mit dem Wasserdurchfluss in einem Wasserleitungsrohr kann man folgendes sagen: Die elektrische Spannung entspricht bei diesem Beispiel dem Druck in dem Wasserrohr. Je höher der Druck desto leichter kann ein Hindernis, wie zum Beispiel eine Engstelle überwunden werden. Die Stromstärke kann mit der Menge an Wasser, die durch eine Leitung fließt verglichen werden. Wasserdruck und Wassermenge stehen immer in direktem Zusammenhang. Je höher der Druck, desto mehr Wasser wird fließen. Beim elektrischen Strom ist es das gleiche. Je höher die Spannung (in Volt), desto mehr Strom (in Ampere) wird fließen. Das heißt Sie können nicht die Spannung und die Stromstärke unabhängig voneinander einstellen. Die Stromstärke wird

über die Spannung eingestellt. Dies folgt aus dem Ohm'schen Gesetz:  $I = U / R$ . Das heißt die Stromstärke (in Ampere) entspricht der Spannung (in Volt) geteilt durch den Widerstand (in Ohm). Eine weitere wichtige Angabe ist der Strom der pro Flächeneinheit fließt. Ein Kupferblech mit einer Fläche von 10 x 10 Zentimeter hat z.B. eine Oberfläche von 100 cm<sup>2</sup> (Vorderseite) und 100 cm<sup>2</sup> (Rückseite). Die Gesamtfläche beträgt also 200 cm<sup>2</sup>. Wenn nun ein Strom von 1000 mA fließt, dann entspricht das einem Strom von 5 mA pro cm<sup>2</sup>. Diese Kenngröße (Stromdichte) spielt bei der richtigen Einstellung der Stromstärke die entscheidende Rolle.

## 1.2. Was kann galvanisiert werden

Grundsätzlich kann jeder elektrisch leitfähige Gegenstand galvanisiert werden. Selbst nichtleitende Materialien wie Glas, Kunststoff oder Porzellan können mit dem Tifoo Kupferleitlack oder Silberleitlack leitfähig gemacht werden und dann metallisiert werden. Es gibt aber einige wenige Ausnahmen von Metallen die sich nicht, oder nur mit Spezialmethoden direkt galvanisieren lassen. Diese sollen hier kurz erläutert werden. Es handelt sich um folgende Metalle:

- Chrom
- Aluminium
- Titan
- Edelstähle mit hohem Chromgehalt (z.B. 18/10)
- Zinn
- Refraktärmetalle (Wolfram, usw.)

Diese Metalle bilden besonders stabile Oxidschichten. Diese führen zwar zu der außergewöhnlichen Korrosionsbeständigkeit dieser Werkstoffe verhindern oder erschweren aber zugleich eine direkte galvanische Beschichtung. Chrom kann zum Beispiel mit einem speziellen Goldelektrolyten (Flash Goldelektrolyt) direkt vergoldet werden.

## 2. Grundsätzliches

### 2.1. Sicherheit

Die benötigten Elektrolyte enthalten Metallsalze, Komplexbildner und andere chemische Hilfsstoffe. Industriell werden hierfür vorwiegend cyanidhaltige Elektrolyte mit freiem Cyanid benutzt. Da diese sehr giftig sind werden diese Produkte von uns nicht vertrieben und werden in diesem Leitfaden für den Hobby- und Werkstateinsatz nicht näher behandelt. Komplex gebundenes Cyanid ist weniger gefährlich im Umgang und ist in wenigen Produkten in geringer Menge enthalten (z.B. Flash Goldelektrolyt). Es gibt zum Glück meist weniger

giftige Alternativen. Die Produkte von Tifoo sind darauf optimiert höchste Qualität mit kleinstmöglichem Risiko zu bieten. Dennoch muss angemerkt werden, dass von den Elektrolyten eine Gefährdung ausgeht und diese daher entsprechend der Anleitung verwendet werden müssen. Halten Sie die Chemikalien fern von Lebensmitteln und arbeiten Sie damit an einem dafür vorgesehenen, gut belüfteten Arbeitsplatz. Füllen Sie niemals Elektrolyte in Wasserflaschen oder ähnliche Behälter ab die mit Lebensmitteln verwechselt werden können. Das Tragen einer Schutzbrille bei galvanischen Arbeiten ist ein Muss. Bei vielen Arbeitsschritten empfiehlt sich auch das Tragen von Schutzhandschuhen und Schutzkleidung. Vermeiden Sie zudem das Auftreten von Aerosolen. Das sind feine Lufttröpfchen (Sprühnebel) die gebildet werden, wenn Gase bei der Metallabscheidung entstehen. Es genügt den Behälter mit einer Glasplatte oder Kunststoffplatte zu verschließen, dann können die Tröpfchen den Behälter nicht mehr verlassen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass diese Tröpfchen eingeatmet werden können und gesundheitsschädlich oder ätzend wirken. Arbeiten Sie am besten in Abzügen oder Arbeitsplätzen mit Abzugfunktion, wenn Sie über so einen Arbeitsplatz verfügen. Sollten bei der Arbeit dennoch einmal Unwohlsein oder andere Beschwerden auftreten, konsultieren Sie am besten einen diensthabenden Arzt.

Lesen Sie sich auch alle Sicherheitsdatenblätter und Anleitungen vor Gebrauch gründlich durch und kontaktieren Sie uns, wenn Sie Fragen haben.

## 2.2. Entsorgung

Der oberste Grundsatz der Chemikalienentsorgung lautet: "Der am besten zu entsorgende Abfall ist der, der erst gar nicht entsteht". Achten Sie daher bei Ihrer Arbeit darauf nur die tatsächlich benötigte Menge an Chemikalien zu verwenden. Zu entsorgende Chemikalien müssen in getrennten Behältern nach Gruppen gesammelt werden. In den meisten deutschen Städten kann man die chemischen Abfälle einfach bei Sammelstellen der städtischen Entsorgungsunternehmen oder Recyclinghöfe abgeben. In einigen Teilen Deutschlands ist auch ein sogenanntes Schadstoffsammelmobil unterwegs, bei dem man seine chemischen Abfälle abgeben kann. Eine weitere Möglichkeit ist die unkomplizierte Abholung der Chemikalienabfälle von privaten, spezialisierten Entsorgungsdienstleistern. Heben Sie für eine spätere Entsorgung die Chemikalienflasche auf und geben Sie der entsorgenden Stelle die Abfallschlüsselnummer die Sie in den jeweiligen Sicherheitsdatenblättern unter Abschnitt 13 finden.

## 3. Vorbereitung

### 3.1. Vorreinigung

Entscheidend für den Erfolg bei der Metallabscheidung ist eine entsprechende Vorbehandlung des Werkstücks. Rost, Schmutz und Fett müssen sorgfältig mechanisch entfernt werden. Dazu eignet sich zum Beispiel feine Stahlwolle. Die Reinigung des Werkstücks reicht aber noch nicht aus. Auf dem Metall bleibt oft eine hauchdünne Oxidschicht bestehen. Bei Kupfer oder Nickel kann diese mit dem bloßen Auge nicht wahrgenommen werden. Daher muss noch eine chemische Vorbehandlung erfolgen. Fettreste löst man am besten mit dem Tifoo Galvanoentfetter auf, dazu taucht man das Werkstück für wenige Minuten in die Flüssigkeit ein. Die Oxidschichten entfernt man mit einer geeigneten sauren Beizlösung. Der TIFOO Kupferreiniger ist eine entsprechende Beize, die sowohl entfettend wirkt als auch die Oxidschicht auflöst. Nach dem Beizen muss mit klarem Wasser nachgespült werden um Reste der korrodierenden Beizlösung zu entfernen.

Die Metallfläche ist danach blank und sauber und sollte nur wenn es unbedingt notwendig ist mit Handschuhen am Rand berührt werden, keinesfalls aber mit den ungeschützten Händen, da sonst sofort dünne Fettflecke entstehen die nicht mitgalvanisiert werden können. Sie sehen sonst nach dem Beschichten Ihre Fingerabdrücke! Die Handschuhe müssen zudem puderfrei und unbenutzt sein. Geeignet sind dünne Nitril- oder Latexeinweghandschuhe. Wenn es sich um ein Blech handelt sollte man es nur an den Kanten berühren. Generell empfiehlt sich auch das Verwenden einer Tiegelzange oder Pinzette. Sie können dann galvanisieren ohne den Gegenstand zu berühren. Denken Sie stets daran: Nur eine absolut saubere und fettfreie Oberfläche führt zu guten Ergebnissen!

### 3.2. Polieren

Nach der Entfernung von Rost und Korrosion muss das Metall absolut blank sein. Der Gegenstand kann aber immer noch matt sein und z.B. kleinere Kratzer aufweisen. Mit bestimmten Methoden können Sie mattes Metall auf Glanz oder Hochglanz bringen. Bei kleineren Gegenständen bietet sich ein Trommelpolierapparat an (engl. „Tumbler“). Dieser besteht aus einer Trommel, die mit kleinen Edelstahlkugeln und Stäbchen gefüllt wird. Man gibt den Gegenstand dann in die Trommel und lässt diesen für 30 Minuten bis hin zu mehreren Stunden rotieren. Durch die mechanische Wirkung der Kugeln wird die Oberfläche mikroskopisch glatt gedrückt und der Gegenstand erhält Hochglanz.

Für plane Flächen, wie z.B. ein Blech kann man auch mit einem Achat auf Glanz oder Hochglanz polieren. Dazu wird der Achat mit Druck solange über die Metalloberfläche gezogen, bis diese komplett glatt wird und Spiegelglanz erhält. Achate sind spezielle Quarzsteine die sich auf Grund ihrer Beschaffenheit ideal zum Polieren eignen.

Polierpasten wie TIFOO Powerpolish verwenden Sie bitte nur **nach** dem Galvanisieren, da diese Pasten einen schwer zu entfernenden Fettfilm hinterlassen.

## 4. Galvanisches Beschichten – Metallisieren mit Strom

### 4.1. Methoden: Bad-, Stift- und Trommelgalvanik

Es gibt drei grundsätzlich verschiedene Methoden Werkstücke zu galvanisieren, die Bad-, Stift- und Trommelgalvanik. In der Badgalvanik werden Werkstück und Anode in einen geeigneten Elektrolyten getaucht. Dann lässt man für eine bestimmte Zeit einen Strom fließen und das Metall scheidet sich auf dem Werkstück ab. Das ist die gängige Methode in der Industrie mit der z.B. in großen Wannen Badarmaturen, Felgen und vieles andere vernickelt, verchromt oder vergoldet werden. Die Methode ist einfach, es können große Ströme fließen und sehr dicke Metallschichten abgeschieden werden. Ein Nachteil ist, dass große Mengen an Elektrolyt benötigt werden um ein Becken zu befüllen. Dies ist vor allem für Hobby-Galvaniseure ein Problem, da man ja nicht mit unnötig großen Mengen an Elektrolyt arbeiten möchte wenn man ein größeres Objekt vergolden will.

Für große Mengen an Kleinteilen ist die Trommelgalvanik die Methode der Wahl. Diese funktioniert analog zur Badgalvanik mit dem Unterschied das die zu beschichtenden Teile lose in einer Trommel liegen und über einen Draht in der Trommel kontaktiert werden. Die Trommel wird durch einen Motor rotiert und die Teile bekommen durch die Bewegung eine gleichmäßige Beschichtung.

Für sehr große oder stationäre Objekte ist die Stift- beziehungsweise Tampongalvanik am besten geeignet. Hierbei wird ein Metall- oder Graphitstab als (+)-Pol (Anode) geschaltet, welcher an seiner Spitze einen Schwamm oder einen Tampon aus Stoff befestigt hat. Diesen Schwamm taucht man dann in den entsprechenden Elektrolyten ein und tränkt ihn damit bis er sich vollgesogen hat. Das Werkstück verbindet man wie auch bei der Badgalvanik mit dem (-)-Pol (Kathode). Nun berührt man mit dem Stoff das Werkstück und schließt damit den Stromkreis. Durch den Kontakt kann über den Stoff Strom fließen und es scheidet sich nach wenigen Sekunden eine Metallschicht an der Kontaktstelle

ab. Da bei dieser Methode große Ströme durch eine kleine Kontaktfläche laufen, kann es leicht zu unkontrollierter Metallabscheidung kommen. Die Kontaktstelle wird matt, kann sich dunkel färben und den Glanz verlieren. Darum muss beim Tampongalvanisieren der Stift ständig leicht auf dem Werkstück kreisend umherbewegt werden. Der Metallstab bildet gleichzeitig die Anode und wird von dem Elektrolyt angegriffen. Daher muss der Stab aus (weitgehend) inerten Materialien wie Edelstahl (V2A), Graphit, Platin oder aus dem Material des verwendeten Elektrolyts bestehen, z.B. Kupfer bei Kupferelektrolyt. Vorteil beim Stiftgalvanisieren ist es, dass man auch sehr große Flächen mit wenig Elektrolyt beschichten kann. Ein Nachteil ist, dass keine so dicken Schichten wie bei der Badgalvanik erzeugt werden können.

Methode	Vorteil	Nachteil
<b>Badgalvanik</b>	<p>Große Schichtdichten sind möglich: mehrere Mikrometer bis wenige Millimeter (1 Millimeter = 1000 Mikrometer)</p> <p>Galvanisieren läuft automatisch ab</p>	<p>Große Bäder (Wannen) mit Elektrolyt werden benötigt, da der Gegenstand komplett tauchen muss</p> <p>Starke Netzgeräte werden benötigt</p> <p>Problematisch bei Massenware (z.B. Schrauben, da jedes Objekt einzeln geklemmt werden muss)</p>
<b>Trommelgalvanik</b>	<p>Ideal für Massenware (Schmuck, Ringe, Schrauben, etc.)</p> <p>Gleichmäßige Beschichtung durch ständige Rotation</p> <p>Galvanisieren läuft automatisch ab</p>	<p>Große Bäder mit Elektrolyt werden benötigt</p> <p>Starke Netzgeräte werden benötigt</p>
<b>Stiftgalvanik</b>	<p>Geringe Elektrolytmenge wird benötigt</p> <p>Schwaches Netzgerät genügt, da Strom nur an der Kontaktstelle fließt</p> <p>Große Flächen können problemlos beschichtet werden</p>	<p>Schichtdicke nur wenige Mikrometer</p> <p>Läuft nicht automatisch wie im Bad</p>

Tabelle 1: Vor und Nachteile der Bad-, Trommel- und Stiftgalvanik

## 4.2. Badgalvanik

### 4.2.1. Benötigte Grundausrüstung

Sie benötigen zum Betrieb der galvanischen Bäder eine regelbare Gleichstromquelle, also ein Labornetzgerät mit Anzeige von Spannung (Volt) und Strom (Ampere). Die Badgalvanik erfordert einen Behälter in dem das Werkstück komplett untertaucht. Dieser sollte aus einem säure- und alkalibeständigen Material sein. Glas und Kunststoff sind hierzu ideal geeignet. Sie benötigen Kabel zum Verbinden des Netzgeräts mit der Anode sowie mit dem Werkstück. Um Verwechslungen zu vermeiden sollte für den (+)-Pol immer ein rotes Kabel und für den (-)-Pol ein schwarzes Kabel verwendet werden.

### 4.2.2. Elektrodenmaterial

Grundsätzlich sollte als Anodenmaterial das Metall der Elektrolytlösung benutzt werden (Kupferblech in Kupferelektrolyt), da bei dem galvanischen Prozess die Anode abgetragen wird und sich somit die Elektrolytlösung regenerieren kann. Sollten keine Elektroden aus dem Elektrolytmaterial verfügbar sein, können inerte Elektroden wie z.B. Graphit oder Platin verwendet werden. Zudem sollten keine Elektroden verwendet werden die nicht dem Elektrolytmetall entsprechen, da es sonst zu einer Verfärbung der abgeschiedenen Schichten oder sogar zur Zerstörung des Elektrolyten kommen kann. Reinigen Sie die Elektroden gründlich vor und nach jeder Benutzung. Lassen Sie keine Elektroden unbenutzt im Elektrolyt stehen.

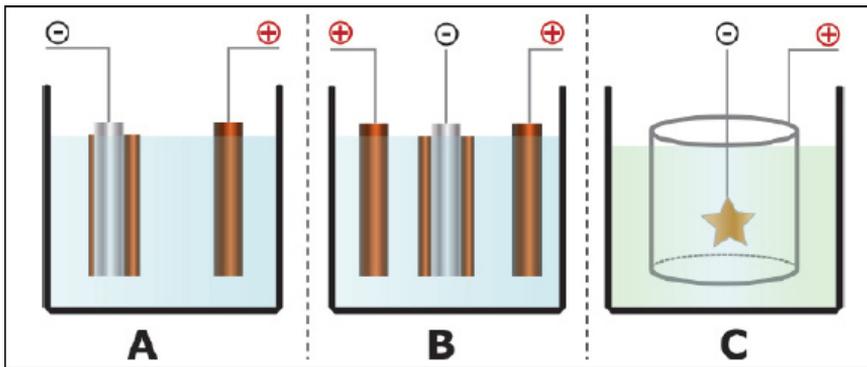
**Unbedingt beachten:** Graphitanoden sind porös und können Elektrolytbestandteile absorbieren (in sich aufnehmen). Benutzen Sie daher für jeden Elektrolyt (z.B. für Silber und Gold) jeweils eine eigene Graphitanode. Alternativ können Sie auch die gleiche Elektrode nehmen, müssen diese aber dann mehrmals in Wasser einwirken lassen. Graphitanode für mindestens 10 Minuten in klares Wasser stellen, danach Wasser verwerfen und diesen Prozess noch zwei bis dreimal wiederholen. Dann werden die absorbierten Stoffe ausgespült. Wenn diese nicht ausgespült werden, dann können diese im nächsten Elektrolyten frei werden und diesen kontaminieren!

### 4.2.3. Elektrodenfläche

Die Anodenfläche sollte mindestens so groß sein wie die Oberfläche des zu galvanisierenden Objekts. Ist die Anodenfläche zu klein, kommt es zu einer ungleichmäßigen Abscheidung der Schichten. Größere Anodenflächen wirken sich nicht negativ aus.

#### 4.2.4. Elektrodenanordnung

Bei der Badgalvanik kommt es darauf an, dass der zu galvanisierende Gegenstand gleichmäßig von den Elektroden umgeben wird, damit sich gleichmäßige Schichten abscheiden können. Sollte ein solcher Elektrodenabstand nicht möglich sein, kann durch Drehung des Objekts eine gleichmäßige Beschichtung erreicht werden. Der Abstand zwischen Objekt und Anode sollte so groß wie möglich bemessen sein.



**A:** Objekt und Anode befinden sich gegenüber. Frontal wird am Objekt deutlich mehr Metall abgeschieden als auf der Rückseite. Das Objekt muss von Zeit zu Zeit gedreht werden.

**B:** Objekt und zwei Anoden (wichtig: beide Anoden sind mit dem gleichen Netzteil verbunden). Das Objekt befindet sich in der Mitte und wird von zwei Anoden umgeben. Die Abscheidung erfolgt viel gleichmäßiger, da es keine Rückseite mehr gibt.

**C:** Objekt und Ringanode. Beste Methode. Hier ist der Abstand von der Anode zum Objekt an allen Stellen praktisch gleich groß. Dadurch wird eine sehr gleichmäßige Schichtdicke erreicht, ohne dass das Objekt gedreht werden muss. Das lässt sich z.B. durch einen Edelstahltopf realisieren, der mit Elektrolyt befüllt wird. Dann wird der ganze Topf als Anode angeschlossen. Achtung: Beim Verkupfern nicht einen Kupfertopf oder Kupferkessel als Anode schalten, dieser wird angegriffen (aufgelöst) und durchlöchert. Dann läuft der ganze Elektrolyt aus (!). Nur Edelstahltöpfe bei Elektrolyten verwenden, die sich nicht regenerieren und verbraucht werden (z.B. Silber, Gold); vgl. die entsprechenden Anleitungen.

Das Objekt und die Anode dürfen sich keinesfalls berühren, hierdurch wird ein Kurzschluß ausgelöst. Dieser kann das Netzgerät überlasten oder zu unschönen dunklen Metallabscheidungen an der Kontaktstelle führen!

#### 4.2.5. Arbeitstemperatur

Jeder Elektrolyt besitzt eine bestimmte Arbeitstemperatur die man einhalten sollte um optimale Ergebnisse erzielen zu können. Die genauen Betriebstemperaturen der Elektrolyte sind den entsprechenden Anleitungen zu entnehmen. Sämtliche TIFOO Elektrolyte arbeiten ideal bei Raumtemperatur, so dass Sie keine externe Heizung benötigen (Ausnahme: stromlose Verfahren).

### 4.3. Trommelgalvanik

#### 4.3.1. Benötigte Grundausstattung

Sie benötigen die TIFOO Trommelgalvanikanlage. Diese besteht aus der Trommel sowie einem Getriebemotor und entsprechender Mechanik. Die Kleinteile werden in die Trommel gefüllt und dann im Bad getaucht und galvanisiert. Netzgerät und Verkabelung benötigen Sie analog zur Badgalvanik.

#### 4.3.2. Elektroden

Die Anforderungen an die Elektroden sind analog wie für die Badgalvanik, siehe dort. Die Anode wird wie bei der Badgalvanik im Becken platziert. Die rotierende Trommel enthält die Kathode als Draht welcher die Ware kontaktiert.

#### 4.3.3. Befüllung der Trommel

Die Trommel darf nur zu max. 30 - 40% mit Ware gefüllt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass sich nichts verklemmt und die Teile frei beweglich sind. Wenn sich Teile verklemmen erfolgt eine ungleichmäßige oder unzureichende Beschichtung (Kontaktstellen!). Ideales Füllmaterial sind Kugeln. Diese bewegen sich gut, verkanten nicht und werden so optimal beschichtet. Je sperriger das Füllgut ist umso mehr muss darauf geachtet werden, dass die Teile sich nicht verkanten. Der Kathodendraht muss frei beweglich in die Ware gesteckt werden und kontaktiert während der Rotation die Teile.

### 4.4. Stiftgalvanik

#### 4.4.1. Benötigte Grundausstattung

Sie benötigen zum Betrieb eine regelbare Gleichstromquelle, also ein Labornetzgerät mit Anzeige von Spannung (Volt) und Strom (Ampere). Des weiteren eine Stiftelektrode, welche an den (+)-Pol des Netzteils mit einem

Kabel angesteckt werden kann. Der Stift enthält eine Halterung für die Anode (z.B. Graphitstabanode). Der Anodenstab wird dann mit einem Schwamm oder Tampon versehen und ist damit Einsatzbereit. Wie bei der Badgalvanik wird der (-)-Pol an das Werkstück geklemmt.

#### 4.4.2. Elektroden

Die Anforderungen an die Elektroden sind analog wie für die Badgalvanik, siehe dort. Sie benötigen für die Stiftgalvanik aber natürlich entsprechend Rundstabelektroden.

#### 4.4.3. Tampons

Tampons sind Aufsätze, welche den Elektrolyt aufsaugen, so dass dieser auf Metall aufgetragen werden kann. Ideale Tampons sollten eine hohe Saugfähigkeit haben und keine Naht besitzen, die den zu bearbeitenden Gegenstand verkratzen kann. Zudem sollten sie nicht „zerfleddern“ und müssen so dünn sein, dass der elektrische Strom noch geleitet werden kann und keine Isolation auftritt.

#### 4.4.4. Gelbildner

Gelbildner sind Verdickungsmittel, welche zu den Elektrolyten zugegeben werden können um diese dickflüssiger zu machen. Durch das Andicken wird das Tropfen der Elektrolyte verringert und es kann Elektrolyt eingespart werden. Zudem kann damit sauberer gearbeitet werden.

## 5. Beschichten verschiedener Metalle

### 5.1. Allgemein

In der Galvanik ist es wichtig, dass die Beschichtung von Metallen in einer bestimmten Reihenfolge durchgeführt wird. So ist es z.B. nicht möglich Zink direkt zu vergolden. Der Grund hierfür liegt in dem unterschiedlichen chemischen Verhalten der Metalle gegenüber den Elektrolyten. Zudem müssen sogenannte Sperrschichten eingebaut werden (Nickel oder Palladium) die eine Durchmischung bzw. Legierung der Grenzschichten verhindern. Wenn z.B. Kupfer direkt ohne Sperrschicht dünn vergoldet wird, kommt es zu einer Durchmischung zwischen Gold und Kupferschicht und zu einer Rotfärbung der Goldschicht mit

der Zeit (Tage bis Monate).

### 5.2. Kupfer, Messing und Bronze

Kupfer, Messing und Bronze bilden leicht dunkle Oxidschichten und müssen deshalb vor der Galvanisierung mit dem Tifoo Kupferreiniger gebeizt werden. Blankes Kupfer hat eine hellrote Farbe. Auf Kupfer und Messing kann dann direkt eine Sperrschicht aus Palladium oder Nickel (Nickelelektrolyt darf aufgrund der gesetzlichen Vorgaben nur an gewerbliche Kunden abgeben werden) aufgebracht werden. Nach Aktivierung des Nickels mit Säure (Palladium ohne Aktivierung) kann dann jedes Metall aufgetragen werden. Bronze wirkt selbst als Sperrschicht und kann z.B. direkt vergoldet werden

**Kupfer oder Messing -> Nickel oder Palladium -> Gold, Silber, Chrom**

**Bronze -> Gold, Silber, Chrom**

### 5.3. Zink/Eisen

Unedle Metalle wie Zink und Eisen werden von sauren Elektrolyten „angefressen“ und können deshalb mit diesen nicht galvanisiert werden. Deshalb werden auf diese Metalle zuerst alkalische Elektrolyte wie z.B. alkalisches Kupfer aufgetragen. Da die alkalischen Elektrolyte deutlich schwächer konzentriert sind als die sauren Vertreter, sollte mit den alkalischen Elektrolyten nur eine sehr dünne Schicht aufgetragen werden. Der Wirkungsgrad ist bei diesen geringer und die erforderliche Zeit für den Schichtaufbau viel länger. Es ist aber unbedingt erforderlich, dass diese dünne Schicht keine Fehlstellen hat, da sonst die anschließende Verwendung von sauren Elektrolyten zu einem „Unterfressen“ der Schicht führt. Eine kleine Fehlstelle führt dann zum Abplatzen der ganzen Schicht. Daher sollte man mindestens 30 Minuten alkalisch im Bad verkupfern oder bronzieren. Anschließend kann dann z.B. sauer verkupfert werden um dicke Schichten aufzubauen. Eisen kann auch mit dem schwach sauren Zinkelektrolyt direkt verzinkt werden.

**Zink oder Eisen -> Nickel -> Gold, Silber, Chrom**

**Eisen -> Kupfer -> Palladium -> Gold, Silber, Chrom**

**Zink oder Eisen -> Bronze -> Gold, Silber, Chrom**

**Eisen -> Zink**

## 5.4. Silber

Silber hat eine hohe Tendenz zu sulfidieren (typische Schwarzfärbung beim Silber). Diese Silberpatina muss vor dem Galvanisieren unbedingt entfernt werden, z.B. mit dem Tifoo Silberreiniger. Wenn Silber vergoldet werden soll, muss zuerst eine Sperrschicht aus Nickel oder Palladium aufgetragen werden, um eine Legierung und Verfärbung des Goldes (in diesem Falle Grüngold bzw. Hellgelbgold) zu verhindern. Auf die Sperrschicht kann dann wieder Gold aufgetragen werden. Will man die Schwarzfärbung des Silbers verhindern, aber trotzdem die helle Farbe beibehalten, kann das Silber anschließend z.B. mit dem Tifoo Rhodiumelektrolyt beschichtet werden.

**Silber -> Nickel oder Palladium -> Gold  
Silber -> Rhodium**

## 5.5. Aluminium

Aluminium ist ein sehr unedles Metall, das an der Luft sofort oxidiert und sich dadurch schützt bzw. passiviert. Diese schützende Oxidschicht ist nicht leitend und verhindert eine direkte Beschichtung des Aluminiums. Eine stromlose Vernickelung mit dem TIFOO Nickelstar ist aber bei reinem Alu und vielen Legierungen möglich.

**Aluminium -> stromlos Nickel -> Gold, Silber, Chrom**

## 5.6. Chrom

Chrom bildet analog wie Aluminium eine schützende Oxidschicht die eine direkte Beschichtung des Chroms verhindert. Einzige Ausnahme: Direktvergolden von Chrom mit einem stark sauren cyanidischen Gold(III)-Elektrolyten. Dies ist z.B. der Flash Goldelektrolyt. Im Gegensatz zum Aluminium gibt es kein vernünftiges Verfahren um Chrom zu beizen. Daher muss Chrom vor dem Galvanisieren (wenn man kein Gold verwenden möchte) abgetragen werden. In der Regel wird Chrom industriell auf Nickelschichten aufgetragen, welche zuerst freigelegt werden müssen, um diese dann weiter galvanisieren zu können. Das Abtragen des Chroms wird mit einem speziellen Chromentferner durchgeführt. Bei dem Abtragen des Chroms entstehen giftige Chrom-(VI)-Verbindungen mit denen man sich keinesfalls kontaminieren darf. Chrom-(VI)-Verbindungen sind intensiv gelb und optisch deutlich erkennbar. Der Chromentferner enthält Zusätze, welche die Chrom-(VI)-Verbindungen gleich beim Entstehen neutralisieren (Farbumschlag von intensiv gelb nach schwach hellgrün) und die Arbeiten beim Entchromen

sicherer machen. Bei hohen Stromstärken kann dennoch etwas Chrom-(VI) gebildet werden. Die entstehenden Chrom-(VI)-Verbindungen müssen bei der Arbeit aufgefangen werden und der sachgerechten Entsorgung zugeführt werden. Wässrige Ascorbinsäure (Vitamin C Pulver) neutralisiert das Chromat zu praktisch ungiftigem grünem Chrom-(III). Das freigelegte Nickel kann dann nach der Aktivierung mit Säure direkt mit allen Metallen beschichtet werden.

**Chrom -> Nickel -> Kupfer, Silber, Gold**  
**Chrom -> Gold**

### 5.7. Nickel

Nickel bildet schützende Oxidschichten. Diese Oxidschichten müssen vor dem Weiterarbeiten entfernt werden, z.B. mit verdünnter Salzsäure ohne Strom. Anschließend können auf Nickel alle Metalle aufgetragen werden.

**Nickel -> Kupfer, Silber, Gold, Chrom**

### 5.8. Zinn

Zinn muss erst aktiviert werden, da es sich mit einer dünnen Oxidschicht überzieht. Diese kann z.B. mit verdünnter Salzsäure entfernt werden. Nach dem Aktivieren kann entweder alkalisch verkupfert oder gleich Nickel aufgebracht werden.

Auch Bronze ist sehr empfehlenswert.

**Zinn -> (Kupfer) -> Nickel -> Silber, Gold, Chrom**  
**Zinn -> Bronze -> Silber, Gold, Chrom**

### 5.9. Edelstahl

Edelstahl ist im wesentlichen Eisen welches durch Nickel und Chrom gegen Korrosion beständig gemacht wird. Typisch ist ein Chromgehalt von 18% und ein Nickelgehalt von 10% (18/10)-Edelstahl. Durch den Chromgehalt ist der Stahl gegen eine galvanische Beschichtung weitestgehend resistent. Abhilfe verschafft hier das Direktvergolden mit stark saurem cyanidischen Goldelektrolyten (Gold-Flash). Auch das Direktvernickeln mit Nickelelektrolyt gelingt meist recht gut. Danach kann nach den obigen Verfahren weiter Beschichtet werden.

**Edelstahl -> Nickel -> Gold, Silber, Chrom**  
**Edelstahl -> Gold**

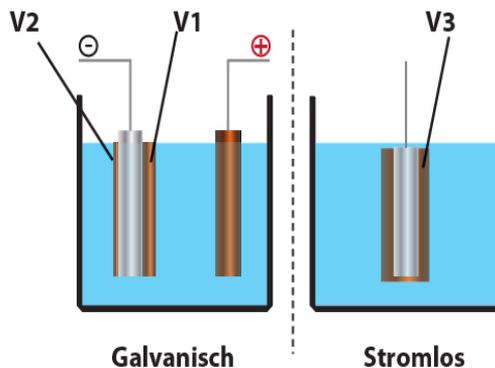
## 5.10. Sonstige Metalllegierungen

Es gibt unzählige verschiedenartige Metalllegierungen die je nach Zusammensetzung unterschiedliche chemische und physikalische Eigenschaften haben. Als Anhaltspunkt kann man bei der Galvanisierung von Legierungen die Vorgehensweise wählen die man bei dem Hauptbestandteil der Legierung wählen würde. Eisenguss sollte z.B. wie Eisen behandelt werden, manche Alulegierungen können wie reines Aluminium beschichtet werden.

## 6. Metallisieren ohne Strom

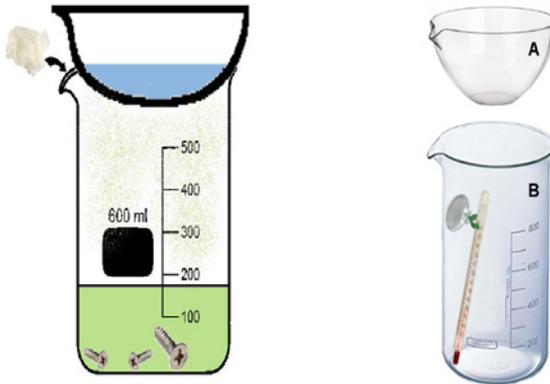
### 6.1. Galvanische und stromlose Verfahren im Vergleich

Galvanische Metallabscheidung und stromlose Abscheidung. Galvanisch scheidet sich das Metall bevorzugt an der Seite ab (V1), welche der Anode (+) am nächsten ist: „Prinzip des kürzesten Weges“, vgl. Blitzeinschlag bei Gewitter immer am höchsten Punkt (kürzester Weg von den Wolken zur Erde). Hohlräume, falls vorhanden, werden z.T. gar nicht beschichtet. Stromlos (V3) spielt es keinen Unterschied, die Metallabscheidung ist an allen Stellen gleich.



## 6.2. Benötigte Grundaustattung

Stromlose Verfahren sind von der Ausstattung her einfacher zu betreiben als galvanische Verfahren. Benötigt wird ein beheizbares Gefäß, das idealerweise innen emailliert ist. Chromhaltiger Edelstahl (18/10) bzw. V2A Gefäße können auch verwendet werden. Verwenden Sie am besten das TIFOO Set für stromlose Bäder. Dieses besteht aus einem Glasgefäß sowie Thermometer und Kondensator um ein Austreten von Dämpfen wirksam zu verhindern.



## 6.3. Stromlose Bäder allgemein

Zusätzlich zu den beschriebenen galvanischen Verfahren mit Strom gibt es auch Bäder die komplett ohne Strom auskommen. Bei diesen Bädern übernimmt die Rolle des elektrischen Stroms ein sogenanntes chemisches Reduktionsmittel oder es findet ein chemischer Austausch an der Metalloberfläche statt. Daher sind diese Verfahren auch als „chemisch Silber“, „chemisch Gold“ oder „chemisch Nickel“ bekannt. Stromlose Verfahren bieten einige **Vorteile** gegenüber galvanischen Bädern mit Strom:

Einfacher Aufbau möglich, einfache Handhabung

Die Schichtdicke wird an allen Stellen gleich (bei galvanischen Bädern wird bevorzugt an den äußersten, exponierten Stellen viel Material aufgebracht, während Hohlräume oder Hinterschneidungen weniger stark beschichtet werden)

Chemisch Rhodium schützt Silbergegenstände vor dem Anlaufen (ansonsten Schwarzfärbung von Silber im Lauf der Zeit)

Bei chemisch Nickel bilden sich Nickel-Phosphor oder Nickel-Bor Legierungen, die gegenüber reinem Nickel noch viel korrosionsbeständiger und härter sind

Chemisch Nickel erzeugt auch sehr dicke Schichten, ähnlich einer galvanischen Beschichtungen

Chemische Bäder besitzen aber auch **Nachteile** gegenüber galvanischen Beschichtungen:

Die Bäder verbrauchen sich schneller als die Elektrolyte

Bei Gold und Silber: nur sehr dünne Schichtdicken von weniger als 0,3 µm möglich, daher nur für dekorative Verwendung geeignet (gilt nicht für chemisch Nickel)

#### 6.4. Chemisch Nickel (Nickelstar)

Das meist verwendete dieser Bäder ist das chemische Nickelbad (Nickelstar). Es ist einfach in der Anwendung, sehr robust und erzeugt sehr beständige Schichten. Bei der chemischen Nickelbeschichtung bildet sich keine reine Nickelschicht sondern eine chemisch robustere, härtere und korrosionsbeständigere Nickel-Phosphor Legierung. Die Schichtdicke ist dabei von der Verweildauer im Bad abhängig. Das schwach saure Bad muss bei erhöhter Temperatur (ca. 90 °C) betrieben werden. Bei der Arbeit muss unbedingt darauf geachtet werden, dass das Bad lose geschlossen ist oder unter einer Absaugung betrieben wird, da Nickeldämpfe (Aerosole) giftig sind! Verwenden Sie am besten das TIFOO Set für stromlose Bäder.

Eisen, Nickel und chromarme Stähle können direkt im Nickelbad beschichtet werden. Kupfer und Messing müssen erst mit chemisch Palladium (Palladiumaktivator) aktiviert werden. Alternativ kann auch der direkte Kontakt mit einem Eisennagel im Bad zu einer Aktivierung von Kupfer führen (nicht empfohlen) oder ein kurzer Stromfluß durch das Werkstück mit einer Nickelanode als Gegenelektrode. Edelstahl mit hohem Chromanteil kann nicht beschichtet werden.

**Eisen -> Nickel-Phosphor**

**Kupfer, Messing, Bronze -> chemisch Palladium -> Nickel-Phosphor**

## 6.5. Chemisch Silber (Silver Star und Silbergel)

Der Tifoo Silver Star und das Tifoo Silbergel eignen sich ideal zum Versilbern von Messing und Kupfer. Hierbei findet ein chemischer Obeflächenaustausch zwischen Kupfer und Silber statt. Da es sich hierbei um einen Obeflächeneffekt handelt, ist nur die Auftragung einer dünnen Schicht möglich (ca. 0,2 µm) – trotzdem bilden sich relativ abriebfeste Silberschichten. Die Reaktion findet bei Raumtemperatur statt, kann jedoch durch Erwärmen (30 °C) in Problemfällen gestartet oder beschleunigt werden. Das Silbergel besitzt zudem den Vorteil nicht oder nur langsam abzutropfen, so dass damit große Kupferflächen beschichtet werden können.

### Kupfer oder Messing -> Silber

Abgeschiedenes Metall (Produktname)	Metall das beschichtet werden kann	pH <sup>1</sup>	Arbeits	Max. Schichtdicke	Verwendung
Nickel-Phosphor (TIFOO NICKELSTAR)	Kupfer <sup>2</sup> , Messing <sup>2</sup> , Eisen, Nickel	4 - 5	90	20 µm und mehr	Korrosionsschutz, Sperrschicht
Silber (TIFOO SILVER-STAR) (TIFOO SILBERGEL)	Kupfer, Messing	2 - 3 8 - 9	20 - 40	< 1 µm	Dekoratив
Gold (TIFOO GOLD-STAR)	Nickel, Silber, Kupfer, Messing, Bronze	7 - 8	60 - 90	< 1µm	Dekoratив
Rhodium (TIFOO RHODIUM-STAR)	Silber	> 2	100	< 1 µm	Anlaufschutz für Silber
Palladium (TIFOO PALLADIUM-AKTIVATOR)	Kupfer, Messing, Bronze	< 2	20	< 1 µm	Aktivierung von Kupfer und Messing für chemisch Nickel

<sup>1</sup> pH 0 = sauer (z.B. 5% Schwefelsäure), pH 7 = neutral (dest. Wasser), pH 14 = alkalisch (z.B. 4% Natronlauge); pH kleiner als 2 oder größer als 11,5 bedeutet ätzend! Hier unbedingt mit Schutzbrille und Handschuhen arbeiten

<sup>2</sup> Kupfer und Messing müssen erst „aktiviert“ werden, z.B. mit chemisch Palladium vorbehandeln

## 6.6. Chemisch Gold (Tifoo Goldstar)

Das chemische Goldbad (Goldstar) wird verwendet um Gegenstände aus Kupfer, Messing oder Bronze sowie vernickelte oder versilberte Gegenstände zu vergolden. Das Bad wird mit erhöhter Temperatur (ca. 90 °C) betrieben und scheidet dekorative Schichten ab. Silber muss zusätzlich mit Palladium-Aktivator behandelt werden. Um das Einatmen von Aerosolen zu verhindern sollte im Abzug, geschlossenen Gefäß oder mit Atemschutz gearbeitet werden.

**Kupfer, Messing, Bronze, Nickel, Palladium -> Gold  
Silber -> Palladium-Aktivator -> Gold**

## 6.7. Chemisch Rhodium (Tifoo Rhodiumstar)

Das chemische Rhodiumbad wird verwendet um Silber zu rhodinieren und daher vor der typischen Silberpatina zu schützen, ähnlich wie beim rhodinieren von Schmuck. Der Silbergegenstand muss dazu bei 100 °C etwa 5 Minuten in das Rhodiumbad gelegt werden.

**Silber -> Rhodium**

Mit chemisch Rhodium behandelte dekorative Silberwaren zeigen auch nach Jahren keine Tendenz zur Schwarzfärbung. Chemisch Rhodium ist allerdings im Farbton etwas dunkler (ähnlich Edelstahl) als galvanisch abgeschiedenes Rhodium und Silber.

# 7. Galvanisieren von nicht leitenden Obeflächen

## 7.1. Leitlacke allgemein

Oberflächen wie Holz, Plastik und Kunststoff können nicht direkt galvanisiert werden, da diese Oberflächen nicht elektrisch leitend sind. Nichtleitende Oberflächen können jedoch mit Hilfe von sogenannten Leitlacken leitfähig gemacht werden. Diese besitzen spezielle Bindemittel und Partikel die den Lack leitfähig machen.

Leitlacke können sowohl aufgespritzt als auch aufgesprüht werden. Es gibt Leitlacke auf Silber, Graphit und Kupferbasis. Silberleitlacke haben die höchste Leitfähigkeit, sind jedoch etwas teuer und daher nur für kleine bis mittlere Flächen zu gebrauchen. Graphitleitlacke sind günstiger, besitzen jedoch eine sehr schlechte Leitfähigkeit. Als ideal für die Anwendung in der Galvanik haben sich Kupferleitlacke erwiesen, da diese sowohl günstig in der Beschaffung sind als auch eine hohe Leitfähigkeit besitzen die für die galvanische Beschichtung notwendig ist.

### *7.2. Tifoo Kupferleitlack*

Vor dem Auftragen des Leitlacks muss der zu bearbeitende Gegenstand gründlich gereinigt und entfettet werden. Hierfür eignet sich z.B. besonders der Tifoo Galvanoentfetter. Anschließend wird der Gegenstand mit dem Kupferleitlack eingepinselt oder getaucht. Nach dem Auftragen muss der Leitlack kurz trocknen (mindestens 10 - 15 Minuten, besser länger) und anschließend mit dem sauren Kupferelektrolyt verstärkt werden, da der Leitlack ohne Verstärkung nicht abriebfest ist. Das Verkupfern kann im Bad oder bei vorsichtiger Arbeitsweise auch mit der Tampongalvanik erfolgen. Wichtig: Die Leitfähigkeit erreicht der getrocknete Lack erst bei Kontakt mit dem sauren Elektrolyten (!) Eine Anwendung in der Elektronik ist daher nicht möglich.

**Holz/Plastik/Glas -> Kupferleitlack -> Kupfer -> Nickel/Palladium -> Gold/Silber/Chrom**

### *7.3. Tifoo Silberleitlack und Silberleitlackspray*

Der Silberleitlack ist als Spray verfügbar und hat zahlreiche Vorzüge. Er hält etwas fester als Kupferleitlack (wischfest) und trocknet schnell, wenn man in dünnen Bahnen sprüht. Der besprühte Gegenstand ist sofort leitfähig. Daher ist dieser Leitlack auch für die Elektronik geeignet. Bei vorsichtigem Umgang können kleine Flächen von max. 10 x 10 cm auch direkt stiftgalvanisch beschichtet werden. Dazu muss als erstes eine Schicht Glanzkupfer aufgetragen werden. Für die Bad oder Trommelgalvanik ist er ebenfalls sehr gut geeignet. Die Abriebfestigkeit ist vor allem bei der Beschichtung mit der Trommelgalvanik sehr wichtig.

**Holz/Plastik/Glas -> Silberleitlack -> Kupfer -> Nickel/Palladium -> Gold/Silber/Chrom**

## 8. Nachbehandlung und Politur

Nach dem Galvanisieren sind die Objekte manchmal (je nach Elektrolyt) noch matt und können dann aufpoliert werden. Das kann z.B. mit Stahlwolle gefolgt von TIFOO Powerpolish erfolgen. Sehr gut für kleine Teile (Trommelgalvanik) ist auch eine Trommelpoliermaschine (engl. Tumbler) geeignet, siehe Kapitel „Vorbehandlung“. Wenn Sie den Metallglanz bzw. Rostschutz auf Dauer erhalten wollen können noch weitere Schritte notwendig sein, je nach Metall:

**Kupfer, Messing, Bronze:** Zaponlack-Spray verwenden, sonst werden diese Metalle dunkel

**Silber:** Rhodium auftragen (z.B. Rhodium -Elektrolyt oder -Star) oder Zaponlack

**Nickel:** Verchromen

**Palladium, Gold, Chrom:** keine Nachbehandlung erforderlich

**Zink:** Blauchromatierung verwenden (passiviert das Zink gegen Weißrost)

Alternativ können die Metalle auch patiniert oder künstlich gealtert werden wenn gewünscht. Silber kann z.B. mit der Silberpatinierung dauerhaft schwarz gefärbt werden. Kupfer und Messing werden durch Patinierung schwarz bzw. dunkelbraun gefärbt. Der Galvano Zaponlack bildet auf jeder Metalloberfläche dünne, komplett transparente Schichten, so können auch patinierte Oberflächen dauerhaft geschützt werden.

## 9. Berechnung der Schichtdicken

Auf unserer Homepage finden Sie eine Excel-Datei sowie einen Onlinerechner mit denen Sie die Schichtdicke Ihrer galvanisierten Schicht berechnen können. Exemplarisch wird im folgenden Beispiel gezeigt welche Fläche mit einem Elektrolyt maximal beschichtet werden kann:

Häufige Frage: Für welche Fläche reichen 100 mL Goldelektrolyt mit einem Goldgehalt von 1,0 Gramm pro Liter?

$V$  (Elektrolyt) = 100 mL = 0,1 Liter

$m$  (Gold) = 0,1 L x 1,0 g/L = 0,1 g

$A = ?$

$A = L \times B$

$V$  (Goldschicht) =  $L \times B \times D$

$d = m / V$

$d$  (Goldschicht) =  $m$  (Gold) /  $V$  (Goldschicht)

$V$  (Goldschicht) =  $m$  (Goldschicht) /  $d$  (Goldschicht)

$V$  (Goldschicht) = 0,1 g / 19,3 g/cm<sup>3</sup>

1000 mm<sup>3</sup> = 1 cm<sup>3</sup>

$V$  (Goldschicht) = 0,0052 cm<sup>3</sup> = 5,2 mm<sup>3</sup>

Annahme: Gewünscht ist eine dekorative Goldschicht von 0,1 Micron (= 0,1 µm = 0,0001 mm)

$D$  (Goldschicht) = 0,0001 mm

$L = B$  (Fläche ist genauso breit wie lang, -> quadratisch)

$L \times L = V$  (Goldschicht) /  $D$

$L^2 = 5,2 \text{ mm}^3 / 0,0001 \text{ mm} = 52000 \text{ mm}^2$

$L = 228 \text{ mm} = 22,8 \text{ cm}$

Das heißt eine quadratische Fläche von 22,8 cm x 22,8 cm kann mit einer 100 mL Flasche Goldelektrolyt (1,0 g/L) mit einer dekorativen Goldschicht von 0,1 µm Dicke beschichtet werden.

Einfacher in der Handhabung ist unsere Excel-Tabelle auf unserer Homepage: [www.tifoo.de](http://www.tifoo.de) oder per Anfrage über email: [info@tifoo.de](mailto:info@tifoo.de)

$V$  = Volumen

$m$  = Masse ("Gewicht")

$A$  = Fläche

$L$  = Länge,  $B$  = Breite

$D$  = Dicke

$d$  = Dichte (Gold = 19,3 g/cm<sup>3</sup>)

## 10. Häufige Fehler und deren Behebung

Die folgenden Punkte geben eine Übersicht über die häufigsten Fehler, die in der Galvanik vorkommen können und zeigen deren Vermeidung und deren Behebung. Die Beschichtung kann manchmal schwierig sein, gerade wenn es

sich um geometrisch anspruchsvolle Objekte handelt (z.B. Figuren mit vielen Hinterschneidungen etc.) oder schwierig zu beschichtende Metalle wie Aluminium verwendet werden. In der Regel findet sich aber für jedes Problem eine geeignete Lösung. Näheres dazu entnehmen Sie bitte auch den zugehörigen Produktanleitungen.

### *10.1. Ungleichmäßige Beschichtung und Flecken*

Einer der häufigsten Gründe für eine ungenügende Qualität der aufgetragenen Metallschicht ist eine nicht ausreichende Vorbehandlung. Die Vorarbeit ist quasi der wichtigste Schritt überhaupt. Ohne entsprechendes Entrosten, Vorpulieren, Entfetten und Aktivieren halten die aufgetragenen Schichten oft nicht richtig oder scheiden sich fleckig ab. So können z.B. Objekte die ohne Handschuhe berührt werden nach dem Galvanisieren die Fingerabdrücke zeigen, da diese Stellen nicht beschichtet werden können. Kupfermünzen, die nicht komplett blank sind zeigen nach der Versilberung oder Vergoldung z.B. immer noch Flecken an Stellen wo die Kupferpatina nicht komplett entfernt wurde. „Sauber“ alleine reicht meistens nicht. So werden z.B. Kupfermünzen die Sie mit Seife reinigen zwar sauber, aber eine dünne Oberflächenpatina bleibt bestehen. Diese kann nur durch Säure oder mit dem TIFOO Kupferreiniger entfernt werden. Wenn Sie dies nicht machen, dann wird die aufgetragene Schicht stumpf und dunkel.

Abhilfe: Reinigen Sie daher alle Oberflächen gründlich und verwenden Sie die empfohlenen Mittel zur Beseitigung von Fettresten und Oberflächenoxiden - z.B. Silberreiniger bei Silber und TIFOO Galvanoaktivator bei Nickel oder Edelstahl.

### *10.2. Abblättern der Schicht nach dem Galvanisieren*

Einer der schlimmsten Fehler der vorkommen kann ist das Abblättern der aufgetragenen Schicht. Sollte dieser Fehler auftreten muss die aufgetragene Schicht komplett mechanisch entfernt werden was einen großen Aufwand bedeutet. Daher ist es sehr wichtig diesen Fehler unbedingt zu vermeiden bevor er auftritt. Die Ursache für das Abplatzen ist jedoch stets die Gleiche - nämlich eine unzureichende Verbindung des aufgetragenen Metalls mit dem Untergrund. Dafür gibt es zwei Gründe:

#### *10.2.1. Abplatzungen durch Oberflächenoxide*

Manche Metalle werden durch eine unsichtbare Oxidschicht geschützt. Dies ist

bei Edelstahl, Nickel, Chrom und Aluminium der Fall. Beschichtet man diese Metall ohne entsprechende Vorbehandlung blättert die aufgebrauchte Schicht ab! Daher muss bei diesen Metallen besondere Sorgfalt bei der Vorbehandlung gewährleistet sein. Die Oxidschicht lässt sich mit Säuren entfernen, bildet sich jedoch schnell wieder zurück.

Besonders betroffen: Aluminium, Chrom, Edelstahl, Nickel

Abhilfe: Metall zuvor mit Galvanoaktivator behandeln bzw. geeignete Elektrolyte verwenden (z.B. Flash Goldelektrolyt bei Chrom, Edelstahl und Nickel)

### 10.2.2. Abplatzungen durch stromlose Reaktionen

Der zweite häufige Grund ist das Auftreten einer stromlosen Abscheidung (Sudabscheidung). Diese tritt sehr häufig dann auf, wenn ein edleres Metall (z.B. Silber) auf ein unedleres (z.B. Kupfer) aufgebracht wird. Es findet in diesem Fall eine Metallabscheidung ohne Stromfluss statt. Dies ist bei den stromlosen Bädern mit geringen Schichtdicken durchaus gewünscht, führt aber dazu das dickere Schichten beim Galvanisieren abplatzen! Ursache ist eine oberflächliche Erosion des unedleren Metalls. Solche Schichten haften nur schlecht und neigen zum Abplatzen. Aus diesem Grund muss z.B. Eisen zuerst alkalisch verkupfert werden und kann nicht direkt glanzverkupfert werden, da sonst Sudabscheidung auftritt. Sehr problematisch ist diese stromlose Abscheidung bei Silber. Hier muss das Grundmetall (z.B. Nickel) zuerst vergoldet werden und dann kann die Goldschicht versilbert werden. Eine direkte Versilberung von Nickel führt zu starken Abplatzungen.

Besonders betroffen: Eisen, Zink, Stahl, Kupfer

Besonders betroffenes Produkt: TIFOO Silberelektrolyt

Abhilfe: alkalisch verkupfern (Eisen, Zink, Stahl)

### 10.3. Kein Glanz trotz Glanzbildner

Glanzbildner sind im Glanzkupferelektrolyt und im Nickelelektrolyt enthalten.

Ohne Glanzbildner scheiden diese Elektrolyte matte und zum Teil rauhe

Schichten ab. Diese Glanzbildner wirken nur bei bestimmten Stromdichten.

Beachten Sie daher unbedingt die empfohlenen Stromdichten bei den jeweiligen Elektrolyten. Zu geringe Stromdichte führt zu keiner Glanzbildung. Es scheiden

sich dann z.B. bei Kupfer matte Kupferschichten ab. Zu hohe Stromdichten führen zur „Pickelbildung“. Die Glanzbildner verbrauchen sich nach einiger Zeit und müssen dann erneut zugegeben werden. Glanzbildner erhalten Sie von uns auf Anfrage.

Nach längerer Benutzung kann es sein, dass auch die Neuzugabe von Glanzbildnern nicht mehr hilft. Dann haben sich zu viele Abbauprodukte im Elektrolyt gesammelt. In diesem Fall muss der Elektrolyt gefiltert werden. Verwenden Sie hierzu Aktivkohle als Filtergranulat und geben Sie nach dem Filtern frischen Glanzzusatz zu.

Abhilfe: Stromfluss erhöhen bzw. Elektrolyt filtern und neuen Glanzzusatz zugeben

#### *10.4. Das Objekt nimmt kein Metall an*

Häufige Gründe hierfür sind: ungeeignetes Metall oder Metall verwechselt (z.B. Kupfer alkalisch für Eisen verwendet, jedoch ist die Oberfläche verchromt). Lackierte Oberflächen können ebenso in Frage kommen. Prüfen Sie auch die Verkabelung, insbesondere bei der Stiftgalvanik und prüfen Sie ob Strom fließt (Ampere-Anzeige). Bei der Stiftgalvanik prüfen, ob der Tampon ausreichend mit Elektrolyt getränkt ist, da sonst die Leitfähigkeit nicht reicht.

Abhilfe: Prüfen Sie eingehend aus welchem Material der zu beschichtende Gegenstand ist

#### *10.5. Es treten Kristallite bzw. „Pickel“ auf*

Das passiert, wenn zuviel Strom fließt, z.B. bei Kupferelektrolyt. Es bilden sich dann kristalline Auswüchse (Pickel) an den Stellen des Objekts, die der Anode am nächsten sind.

Abhilfe: Stromfluss reduzieren

#### *10.6. Es treten schwammige Schichten auf, die nicht haften*

Es kann im Bad passieren, dass sich lose nicht haftende Partikel (sog. „Schwamm“) am Objekt bilden. Schwammabscheidungen sind dunkel und lösen sich leicht vom Objekt ab. Sollte das passieren muss der Gegenstand sofort aus dem Bad entnommen werden und loses Metall mit einem Tuch entfernt werden. Dieser Fehler tritt meistens auf, wenn zuviel Strom fließt, z.B. bei Silberelektrolyt.

Abhilfe: Stromfluss reduzieren

### *10.7. Es treten „Anbrennungen“ auf*

Als Anbrennung werden Stellen bezeichnet, die dunkel gefärbt sind, z.B. schwarze oder braune Stellen bei der Goldabscheidung. Anbrennungen sind wie Schwammabscheidungen Fehler durch zu hohen Stromfluss. Diese treten insbesondere bei der Stifftgalvanik auf. Anbrennungen können nach dem Beschichten wegpoliert werden sollten aber besser vermieden werden.  
Abhilfe: Stromfluss reduzieren

### *10.8. Elektrolyt ist trübe und es scheiden sich matte bzw. schmutzige Schichten ab*

Während des Betriebs des Elektrolytbades können sich Zersetzungsprodukte von Glanzbildnern bilden sowie Partikel von den Anoden gelöst werden, welche dann den Elektrolyt trüben. Ein Trüber Elektrolyt scheidet keine glänzenden und gut haftenden Schichten mehr ab, da die Partikel den Schichtaufbau stören, bzw. mit eingelagert werden.

Abhilfe: Filtern Sie den Elektrolyt (Papierfilter bzw. Faltenfilter und Trichter) und reinigen Sie die Anoden gründlich nach jeder Verwendung; lassen Sie keine Anoden für längere Zeit im Elektrolyt stehen.

### *10.9. pH-Wert stimmt nicht mehr - Elektrolyt scheidet schlecht ab*

Bei bestimmten Elektrolyten ändert sich während des Galvanisierens langsam der pH-Wert (das ist ein Maß für die Säure bzw. Basenkonzentration). Dieser kann mit einer pH-Elektrode oder pH-Indikatorpapier bestimmt werden. Bei folgenden Elektrolyten muss nach längerem Betrieb der pH-Wert mithilfe von Säure bzw. Base korrigiert werden:

**Nickelelektrolyt:** dieser Elektrolyt wird während des Betriebs basischer, es bilden sich dann grüne Trübungen und Ausflockungen. Abhilfe: ganz wenig verdünnte Batteriesäure (Schwefelsäure) zutropfen und gut rühren. Der Niederschlag löst sich langsam wieder auf. Wichtig: nicht übersäuern sonst funktioniert der Elektrolyt nicht mehr! Der pH-Wert soll ca. 5 betragen

### *10.10. Der Stromfluss nimmt während des Galvanisierens schnell ab*

Wenn die eingestellte Stromstärke während des Galvanisierens - insbesondere

bei der Stiftdgalvanik schnell absinkt, dann kann es sein, dass die Anode „passiv“ geworden ist. Das heißt, die Anode hat sich mit einer Schutzschicht aus unlöslichen Salzen bedeckt und leitet den Strom schlecht oder gar nicht mehr. Das kann z.B. beim Verkupfern mit dem Brush auftreten.  
Abhilfe: Anode reinigen (schleifen); Stromdichte reduzieren

## 11. Nützliche Tipps und Tricks

Dieses Kapitel dient als Anregung für Kurioses und Besonderes.

### 11.1. „Pseudovergolden“

Es ist relativ einfach und günstig einen Überzug aus Messing zu erhalten, welcher einer Vergoldung sehr ähnlich sieht. Dazu wird ein Gegenstand zuerst dick glanzverkupfert mit TIFOO Glanzkupferelektrolyt. Danach wird bis zum gewünschten Glanzgrad poliert. Anschließend trägt man eine dünne Schicht TIFOO Zinkelektrolyt auf (max. 0,2 µm!). Dann wird die Zinkschicht poliert (falls gewünscht) und der verzinkte Gegenstand im Backofen auf 180 - 230 °C erhitzt. Nach ca. 10 Minuten färbt sich die Zinkschicht goldgelb. Nicht zu lange im Ofen lassen, sonst wird die Schicht dunkel. Mit Zaponlack kann diese schöne „Goldschicht“ konserviert werden. Das Messing entsteht durch die Diffusion des Zinks in das Kupfer (Messing = Kupfer/Zink-Legierung).

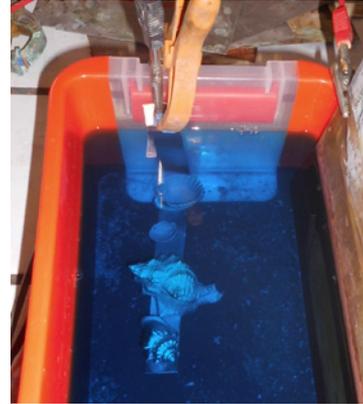
Alternative: Die Glanzkupferschicht in eine kochende Suspension von Zinkstaub (1 - 2 Gramm pro Liter) in Natronlauge (20 g Natriumhydroxid / Liter) geben und den Gegenstand dabei schwenken, so dass der Zinkstaub aufgewirbelt wird. Nach kurzer Zeit ist der Gegenstand dann stromlos (chemisch) dünn verzinkt. Danach können Sie den Gegenstand erhitzen, so wie oben beschrieben.

### 11.2. Irisierende Regenbogenpatina

Lässt man frisch bronzierte Teile im Bronzeelektrolyten ohne Stromfluss für ca. 15 Minuten liegen (anschließend waschen) bildet sich danach an der Luft eine blau-grüne Regenbogenpatina (irisierend). Diese kann mit Zaponlack geschützt werden.

### 11.3. Kathodenblechleiste um mehrere Teile gleichzeitig zu galvanisieren

Es gibt Fälle bei denen funktioniert weder die Bad- noch die Trommelgalvanik gut. Das betrifft vor allem besonders empfindliche Objekte wie Muscheln, Legosteine, etc. die zuvor mit Leitlack behandelt wurde. Diese würden beim Klemmen im Bad mit einer Krokodilklemme beschädigt. In der Trommel wird der Leitlack abgerieben weil die Teile zu scharfkantig sind. Hier gibt es einen einfachen Trick, der vor allem bei Glanzkupfer (und anderen günstigen Elektrolyten) sehr nützlich ist. Nehmen Sie ein langes dünnes Kupferblech (oder machen Sie einen entsprechenden Abschnitt von einem größeren Blech) und biegen dieses an einem Ende im 90° Winkel. Schließen Sie dann das kürzere Ende mit einer Krokodilklemme an die Kathode. Der Rest des Bleches wird im Galzakupferelektrolyt getaucht. Nun legt man die empfindlichen Objekte (z.B. Muscheln mit Leitlack) auf die Blechkathode. Durch das Aufliegen auf dem Kathodenblech werden die Objekte schonend elektrisch kontaktiert und beschichtet. Natürlich wird auch das Kathodenblech mitbeschichtet, das stört jedoch nicht. Bewegen Sie die Objekte von Zeit zu Zeit leicht hin und her um ein zusammenwachsen der Objekte mit dem Kathodenblech zu vermeiden.



### 11.4. Die „ideale“ Vergoldung von nicht leitfähigen Objekten

Die schönste Vergoldung von Nichtleitern wie Muscheln, Legosteinen, Pflanzen und vielen anderen Objekten erhalten Sie auf folgende Methode. Die Teile werden mit Silberleitlack eingesprüht und dann im Bad dick glanzverkupfert. Ohne zu polieren werden die Teile dann im Nickelbad glanzvernickelt. Der Vorteil des Nickelbades besteht darin, dass die Glanzbildung weniger geometrieabhängig ist. Das heißt auch Hinterscheidungen und Hohlräume erhalten ausreichen Glanz, was im Kupferbad nicht immer gelingt. Auch zuvor matt beschichtete Stellen werden nun glänzend. Es sollte recht lange vernickelt werden (30 min. bis 2 Stunden). Als finaler Schritt folgt dann die Vergoldung mit Flash-Goldelektrolyt. Der Flash-Goldelektrolyt scheidet zwar viel langsamer ab als der Goldelektrolyt Midas jedoch erzeugt der Flash Elektrolyt den schönsten Goldglanz ohne eine Nachpolitur zu erfordern. Die Nickelschicht wird daher für mindestens 10 Minuten vergoldet. Der Gegenstand wird mit dieser Methode glänzend golden. Die

Methode ist besonders zu empfehlen für Objekte die nicht gut poliert werden können (Uhrarmbänder, filigrane Ketten, Blumen, etc.).

## 12. Über Tifoo

Tifoo ist der Galvanik Spezialhandel für Hobby, Kunst und Werkstattbedarf in Deutschland. Wir entwickeln und produzieren ständig neue und innovative Produkte für die galvanische und stromlose Oberflächenbeschichtung und erweitern unser Sortiment zielgerichtet durch die Rückmeldungen und Wünsche unserer Kunden. Auf diese Weise verbessern wir unser Produktsortiment ständig und bieten unseren Kunden deshalb beste Qualität zu sehr guten Preisen. Scheuen Sie sich deshalb nicht und teilen Sie uns Ihre Anregungen und Verbesserungsvorschlägen unter [info@tifoo.de](mailto:info@tifoo.de) mit. Zielgerichtete Kritik kommt Ihnen durch die Optimierung unserer Produkte zugute!



**Tifoo** - eine eingetragene Marke der  
Marawe GmbH & Co. KG

Donaustauer - Str. 378  
Gebäude 64  
93055 Regensburg

Tel. +49 (0)941 29020439  
(0)941 60017144  
Fax +49 (0)941 29020593  
Mail [info@tifoo.de](mailto:info@tifoo.de)