



# Vorkolumbische Oberflächenveredelung von Metall

von  
Alfred J. Römer

(veröffentlicht in Uhren & Juwelen 03/1994)

## Inhalt:

<b>DAS HISTORISCHE UMFELD .....</b>	<b>2</b>
<b>DIE VEREDELUNG VON OBERFLÄCHEN DURCH TAUCHPLATTIERUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>GOLD UND SILBER DURCH ABREICHERUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE: .....</b>	<b>7</b>



Abbildung 1 Anhänger, Menschenfigur, Tumbaga, Guss in verlorener Form, Höhe: 4,9 cm, Breite: 3,1 cm, 100 v.Chr–800 n.Chr



## Das historische Umfeld

Zur Zeit der Konquistadoren gelangten ungeheure Mengen an Gold- und Silbergegenstände von Amerika nach Europa, doch nur ein Teil davon erreichte Spanien und Portugal unversehrt. Den Großteil schmolz man an Ort und Stelle ein, um den Transport einfacher und die Weiterverarbeitung leichter zu gestalten. Das heutige Gefühl über den Verlust wertvollen Kulturgutes lässt sich vergleichen mit der Enttäuschung der goldgierigen Eroberer, als jene feststellen mussten, dass die erzeugten Barren einen ziemlich niedrigen Feingehalt aufwiesen. Die ursprünglich aus purem Gold gefertigten Gegenstände entpuppten sich als Legierungen mit hohem Kupfergehalt.

Mindestens ein Jahrtausend vor der Entstehung des Inka-Reiches hatten die Metallhandwerker in den Anden schon solche Legierungen entwickelt. Und sie kannten Verfahren, sie so zu behandeln, dass die Oberflächen der fertigen Arbeiten tatsächlich aus reinem Gold oder Silber bestanden. Ebenso verstanden sie es, rein kupferne Gegenstände mit einer hauchdünnen Schicht aus Gold oder Silber zu plattieren.

Von den archäologisch erkundeten Hochkulturen im Andenraum wissen wir heute, dass die frühesten am meisten zur Entwicklung der Metallverarbeitung beigetragen haben. Dazu gehören die Chavin-Kultur mit ihrem Zentrum im nördlichen Hochland von Peru (etwa 800 bis 400 vor Christus), die Moche-Kultur, deren Einfluss sich in der Wüste des peruanischen Küstenlandes über mehrere Flusstäler erstreckte (etwa 100 vor bis 800 nach Christus), und die Kultur des großen Chimú-Reiches, das sich entlang der peruanischen Küste vom Kerngebiet der Moche-Kultur bis fast zur ecuadorianischen Grenze zog (etwa 1150 bis 1467 nach Christus). Spanischen Quellen zufolge holten die Inkas die besten Gold- und Silberschmiede der Chimú in ihre Hauptstadt Cuzco.

Wie die metallkundlichen Untersuchungen von Fundstücken aus vorgeschichtlichen Kulturphasen ergaben, wurden hauptsächlich zwei Methoden zur farbgebenden Oberflächenbehandlung angewendet: das elektrochemische Tauchverfahren (Kontaktverfahren) - im Gegensatz zum elektrolytischen, bei dem von außen Strom zugeführt wird - und das Vergolden bzw. Versilbern durch Abreicherung.





Während der gesamten Geschichte der Metallverarbeitung in den Anden beherrschten die Schmiede der Moche-Kultur ihr Handwerk weitaus am besten. Die Vielfalt ihres Könnens und die Qualität ihrer Arbeiten blieben in den nachfolgenden Kulturen, auch bei den Inkas, unerreicht. Diese waren in hohem Maße auf jene, in der Moche-Kultur entwickelten Techniken angewiesen und nutzten Gegenstände, die wie aus purem Gold oder Silber gefertigt aussahen, für ihre politischen Zwecke. So konnten sie ein Reich regieren, das sich fast 5000 Kilometer weit von Kolumbien bis Argentinien erstreckte.

### Die Veredelung von Oberflächen durch Tauchplattierung

Und an solchen Fundstücken versuchte man auch, die Herstellungsweise dieser Edelmetallüberzüge zu rekonstruieren, die vielfach nur 0,5 bis 2 Mikrometer dünn sind.

Die vielleicht wichtigsten Merkmale dabei waren, dass die Überzüge an allen Stellen (auch an scharfen Kanten und Überschneidungen) gleichmäßig dick und kompakt waren und dass es zwischen dem Untergrund und der Schicht einen fließenden Übergang (Festkörperdiffusion) gab, der auf eine Hitzeeinwirkung während des Veredelungsprozesses zurückgeführt werden kann. Außerdem lieferten die Fundstücke keinerlei Hinweise auf eine gewöhnliche Oberflächenbehandlung wie die Feuervergoldung mit Goldamalgam, das Beschichten mit Goldfolie oder Blattgold, das Aufbringen von Goldschmelze (Tauchschmelzverfahren), die Press-Schweiß-Plattierung, oder das Sheffield-Plating.

Wie also werden diese Oberflächen geschaffen?

Im Labor wurden einzig unter Verwendung örtlich vorkommender Mineralien diese Veredelungsprozesse rekonstruiert und nachgestellt. Das einfachste und wirkungsvollste Ätzbad, das man erprobte, bestand aus Kalium-Aluminium-Sulfat, Kalium-Nitrat und Natrium-Chlorid (Kochsalz), die zu gleichen Teilen in Wasser aufgelöst wurden. Gold, das man in diesem Bad langsam erhitzt, löst sich in zwei bis fünf Tagen gut auf. (Im übrigen enthält diese Mischung unter anderem dieselben Ionen wie Königswasser.)

Die Lösung ist jedoch stark sauer und greift Kupfer, das mit ihr in Berührung kommt, sofort an. Daher muss man sie neutralisieren, bevor sich das gelöste Gold am Kupfer abscheiden kann. Das Salz, das sich dafür am besten eignet war, wie man herausfand, Natrium-Hydrogencarbonat. Eine mit diesem Salz leicht basisch gemachte Lösung mit einem pH-Wert von 9 erwies sich als optimal für den Abscheide-Prozess.

Ein Kupferblech, das man in die schwach kochende, neutralisierte Lösung taucht, wird nach fünf Minuten vollständig und gleichmäßig mit Gold überzogen, die Ecken und Kanten eingeschlossen. Der Goldfilm ist dann annähernd einen Mikrometer dick.

Diese Art der Plattierung reicht jedoch kaum aus, um das Gold dauerhaft mit dem darunterliegenden Kupfer zu verbinden. Sofern das Kupfer nicht äußerst sauber und oxydfrei ist, blättert das Gold nämlich leicht ab.

Bei den in West-Peru gefundenen Exponaten der Moche-Kultur lässt sich jedoch eine deutliche Legierungsbildung zwischen der Goldschicht und dem Kupferkörper feststellen. Daraus lässt sich schließen, dass die Schmiede das veredelte Kupfer erhitzt hatten, damit die beiden Metalle fest



aneinander hafteten. Denn bei 650 bis 800 Grad Celsius verbindet sich der Goldüberzug sehr gut mit dem Kupfer.

Elektro-chemisch gesehen wird also ein Metall am "unedlen" Ende der Spannungsreihe in einen Elektrolyten getaucht; dieser enthält Ionen eines Metalls, das am "edlen" beziehungsweise positiven Ende der Spannungsreihe steht. Daraus resultiert eine einfache Substitution, bei der das Kupfer beispielsweise das gelöste Gold ersetzt:  $2\text{AuCl}_3 + 3\text{Cu} \rightarrow 2\text{Au} + 3\text{CuCl}_2$ . Bei dem Verfahren mit dem experimentiert wurde und das wahrscheinlich die Metallhandwerker der Moche-Kultur praktiziert hatten, wirken kleine Grübchen oder Unebenheiten in der Oberfläche des Kupferbleches anfänglich als Anoden. Dies gilt so lange, bis sie durch das Gold, das sich auf der angrenzenden, kathodischen Fläche niederschlägt, vollkommen vom Elektrolyten abgeschlossen sind.



Abbildung 2 Nasenschmuck aus Tumbaga, Guss in verlorener Form, Länge: 9,4 cm; -Kolumbien, 900-1500 n.Chr.

## Gold und Silber durch Abreicherung

Die Tradition der Andenvölker, durch Treiben Metallbleche zu formen und diese zu vollplastischen Gegenständen zusammenzufügen, könnte mit sich gebracht haben, dass man eine andere Technik entdeckte, Metallobjekte oberflächlich zu veredeln: das Vergolden beziehungsweise Versilbern durch Abreicherung. Bei diesem Verfahren gießt man zunächst einen Barren, der nicht aus Kupfer, sondern aus einer Legierung besteht, die sich zu unterschiedlichen Anteilen aus Kupfer und Silber, Kupfer und Gold oder allen drei Metallen zusammensetzt.

Hämmern härtet eine solche Legierung. Der Barren wird so nach und nach dünner und schließlich zu einem Blech. Durch das mehrmals notwendige Zwischenglühen entsteht an der Oberfläche jedes Mal schwarzbraunes Kupferoxid. Entfernt man diesen so genannten Zunder durch Abbeizen, so reichert sich allmählich das Silber der Legierung an der Oberfläche an. Man nimmt an, dass die Anden-Kulturen hierfür beispielsweise abgestandenen Urin oder den sauren Saft bestimmter Pflanzen aufgetragen haben.



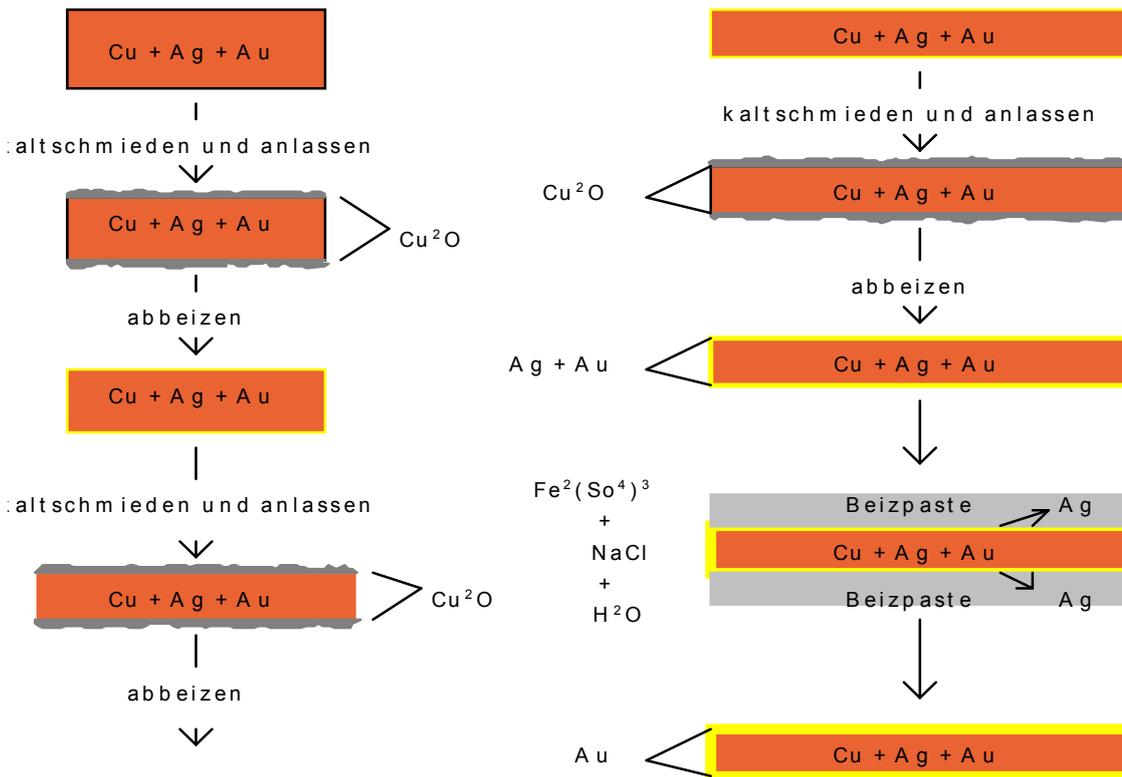
Die Handwerker der Moche-Kultur beherrschten diese Kunst unübertrefflich, verwendeten Silberlegierungen mit Feingehalten zwischen gut 50 und nur 20 Gewichtsprozent und erzeugten dabei Gegenstände, die wie aus reinem Silber aussahen.. Daher blieben diese Legierungen auch in späteren Kulturen gebräuchlich.

Die weitaus wichtigste Legierung der Moche-Kultur war jedoch ein Gemisch aus Kupfer und Gold, das nach einer karibischen Bezeichnung, welche die Spanier dann übernahmen, Tumbaga heißt. Auch die Zusammensetzung der Kupfer-Gold-Legierungen aus vorkolumbischer Zeit schwankt beträchtlich und bei manchen beträgt der Goldanteil nur 12 Prozent. Welche Farbe eine Legierung hat, hängt von ihrer Zusammensetzung ab: Enthält Tumbaga viel Kupfer, so schimmert die Oberfläche rötlich; ist dagegen der Goldgehalt sehr hoch, tendiert sie mehr ins Gelbliche. Und wie im alten Japan (während der Tokugawa-Zeit) und vielen anderen Hochkulturen war es das ästhetische Empfinden und nicht der Materialwert des Goldes, das den Ausschlag für die Mischverhältnisse in Legierungen gab.

Silber ist aus zwei Gründen hier ebenfalls häufig beigemischt: entweder, weil einer Kupfer-Silber-Legierung Gold zugefügt wurde, oder weil das Gold schon leicht silberhaltig war. Dies ist nämlich häufig bei Nuggets aus den Flüssen im Andenraum der Fall.

Genau wie beim Erhitzen eines Kupfer-Silber-Blechtes reichert sich beim Anlassen eines Kupfer-Gold-Blechtes das Edelmetall allmählich an der Oberfläche an, während immer mehr Kupfer durch Oxidation verloren geht. Schließlich sieht die Oberfläche wie pures Gold aus. Enthält die Legierung jedoch auch Silber, so reichern sich beide Edelmetalle an der Oberfläche an, die dann hell silbrig bis blass-gelb glänzt. Wird aber ein leuchtend goldener Überzug gewünscht, muss das Silber entfernt werden.

Silber von Gold zu scheiden, ohne konzentrierte Säuren zu verwenden, ist nicht einfach. Die Handwerker der Moche-Kultur brachten dieses Kunststück jedoch vermutlich fertig, indem sie die Oberfläche mit ätzenden Mischungen aus natürlich vorkommenden Mineralien abbeizten. In Laborversuchen konnte man nachweisen, dass sich das Silber von der Oberfläche einer Gold-Silber-Kupfer-Legierung recht wirksam entfernen lässt, wenn man das Blech mit einem wässrigen Brei aus Eisen-(III)-sulfat und Kochsalz bestreicht. In dieser Form ist Eisensulfat fast genauso wirksam wie Schwefelsäure. Nach demselben Prinzip arbeiteten die Chimú-Indianer, die später über das Küstengebiet im Norden Perus herrschten, bevor die Inkas um 1467 ihr Reich eroberten.



Als sich die Spanier im 16. Jahrhundert in Mexiko sowie in Mittel- und Südamerika niederließen, waren Tumbaga-Legierungen wegen ihrer Eigenschaft, Gold an der Oberfläche anzureichern, sehr beliebt. Während man im Kerngebiet der Anden aus Tumbaga hauptsächlich goldfarbene Bleche herstellte, verwendeten es die Bewohner im nördlichen Südamerika sowie in Mittelamerika und Mexiko zum Gießen plastischer Formen.

Gegossene Stücke können auf direktem Wege durch Abreicherung vergoldet werden, indem man das Kupfer an der Oberfläche mit einer ätzenden Lösung abbeizt, ohne dass man den Gegenstand vorher erhitzen muss. Enthält die Legierung jedoch wenig Gold, so muss wiederholt angelassen und abgebeizt werden, damit sich eine gleichmäßig veredelte Oberfläche bildet. Manchmal schufen die Meister auf dem selben Guss-Stück Flächen mit unterschiedlicher Färbung, indem sie nur bestimmte Stellen chemisch behandelten. Auf diese Weise konnte man einen Kontrast zwischen der Goldfärbung der behandelten Oberfläche und dem rötlichen Farbton der unbehandelten Legierung schaffen. Mitunter stellten die Schmiede ein Objekt aus mehreren Tumbaga-Legierungen mit unterschiedlich hohem Gehalt an Edelmetall her, gossen also partienweise eine Legierung auf die andere, um den Farbkontrast an verschiedenen Stellen des Objekts zu verstärken.

Das Elektrochemische Tauchplattieren und das Vergolden durch Abreicherung waren aber nicht die einzigen Methoden zur Oberflächenveredelung, mit denen die Bewohner Amerikas in vorkolumbischer Zeit unedlen Metallkörpern das Aussehen von Edelmetallen verliehen. So überzogen die Goldschmiede ihre Gegenstände gelegentlich auch mit Goldschmelze oder Goldfolie, wenn auch weit seltener. Doch auch das elektrochemische Tauchverfahren - bei dem im Wesentlichen unedles Metall überdeckt wird - wurde in der vorkolumbischen Metallverarbeitung nur zeitlich und räumlich begrenzt genutzt. Es war vielmehr die



Abreicherungsverfahren, bei der das Edelmetall herausgearbeitet und zum Vorschein gebracht wird, die nahezu zwei Jahrtausende lang die Metallurgie der Neuen Welt beherrschte.

Doch wie könnte man die lange Bindung an diesen handwerklichen Stil erklären?

In der europäischen Entwicklung der Metallurgie während der Bronze- und der Eisenzeit richtete sich das größte Augenmerk auf die Vervollkommnung des Kriegs- und Transportwesens sowie auf die Landwirtschaft. Geräte sollten hart und scharf sein, Klingen sollten nicht stumpf werden, zudem widerstandsfähig und elastisch bleiben.

Anders in der Neuen Welt. Die Metallproduktion im mittel- und südamerikanischen Raum konzentrierte sich auf Lebensbereiche in denen politische Macht und sozialer Status demonstriert werden sollten. Silber und Gold standen in der Mythologie für Mond und Sonne, von deren Vereinigung die Königsfamilien ihre Herkunft ableiteten. Bei den Inkas galt Gold als "der Schweiß der Sonne" und Silber als "die Tränen des Mondes". Im Leben wie im Tod waren goldene Gegenstände Ausdruck des herrschaftlichen Selbstverständnisses und es scheint so, als ob das Hervorbringen des Edelmetalles aus der Legierung an die Oberfläche mit einer Art Hervortreten oder Destillation innerer Eigenschaften verglichen werden kann.

Man wird zwar nie ganz sicher die Frage beantworten können, welche ökonomischen oder technischen Faktoren die Veredelung von Grundmetallen in den Anden-Kulturen förderten. Doch war es wohl vor allem die Vorstellungswelt jener Völker, die dieser Technik ihre charakteristische Entwicklung gab.

### Bibliographie:

- Heather Lechtman:** "Vorkolumbische Oberflächenveredelung von Metall" Spektrum der Wissenschaft Aug.84 (darauf stützt sich der vorliegende Text)
- F.Katz:** "Vorkolumbische Kulturen" Magnus-Verlag, Essen 1976
- Max Strachill:** "Lehrbuch der Oberflächenveredelung von Metallen" Verlag R. Oldenburg 1962
- Cornelius Hebing:** "Vergolden und Bronzieren" Callway, München 1974
- Elisabeth P.Benson:** "Pre-Columbian Metallurgy of South America" Dumbarton Oaks Research Library and Collections, Trustees for Harvard University, 1979