

## **Autor unbekannt**

### **1.) DEFINITION MOKUME GANE (= Kasumi-Ushi, Yosefuki )**

Mokume Gane verdankt seinen Namen dem typischen Aussehen. Mokume bedeutet Holzmaserung und Gane heißt Metall. Itame Gane wird über setzt als Maserung mit Augen, während Masame Gane parallele Linien bezeichnet.

Die Basis für Mokume Gane entsteht durch die Verschweißung von dünnen Platten verschiedener Metalle oder Legierungen mit kontrastierenden Farben, ohne Lot und Flussmittel. Es müssen Metalle sein, die hinsichtlich ihrer metallurgischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften (Schmelzpunkt, Härte, Duktilität= Dehnbarkeit) vergleichbar sind.

Die Diffusion erfolgt durch Hitze und Druck, wodurch eine Bewegung und Vermischung der Metallmoleküle an den Korngrenzen der Berührungsflächen hervorgerufen wird; es entsteht eine neue molekulare Kristallstruktur, eine blockartige Masse.

Charakteristisch für den Verschweißungsprozeß ist die Tatsache, daß die Aufschmelzung bei einer Temperatur vonstatten geht, die wenig unter dem Schmelzpunktintervall der Metalle/Legierungen liegt. In manchen Fällen, wie bei Silber und Kupfer, kommt es zu einer Eutektischen Legierung aus den beiden Metallen, wodurch die Diffusionstemperatur sinkt.

Die typographischen Muster werden in der Weiterverarbeitung durch unterschiedliche Methoden eingebracht. Benutzt werden können Fräser, Stichel, Bohrer, Stempel, Meißel; auch die Techniken der Gravierung, Ätzung, Färbung, Stanzung, Ziselieren können angewendet werden. Mokume Gane eignet sich ebenso als Untergrund für Einlegearbeiten oder für Tauschierungen mit Metall.

### **2.) GESCHICHTE:**

Mokume Gane hat wahrscheinlich seinen Ursprung in Japan während der frühen Edo-Periode (1603 - 1867).

Die Gründe, weshalb sich diese Technik in Japan so umfassend etablierte, sind vielschichtig. Es existierte eine hochgradig entwickelte Kunst der Schwertherstellung und ein hohes Fachwissen in Metallurgie. Ebenso gab es einen außergewöhnlichen Ausbildungsgrad im Schmiedebereich und einen gut funktionierenden Informationsaustausch (große Schulen ab dem 16.Jh) in Japan.

Eine andere Voraussetzung war das Vorhandensein von einzigartigen farbigen Legierungen (z.B. Shakudo, Shibuishi, Kuromi-do) und die unmittelbare Verfügbarkeit des Materials. Viele Kupferlegierungen entstanden aus einem Mangel und einer Kostspieligkeit der Edelmetalle, an deren Vorkommen Japan nicht sehr reich war.

Von der Literatur her ist der Waffenschmied Denbei Shoami (1651-1728) aus Akita bekannt, der außergewöhnliche Arbeiten aus Stahl ebenso wie kunstvolle Verzierungen, Intarsien und Gravierungen in Schwertscheiden sowie Klingen herstellte. Man weiß, daß Shoami von alten chinesischen Lacktechniken mit Linienmuster (=Guri) inspiriert wurde, bei denen Muster aus dicken Lagen von verschiedenfarbigen Lackschichten heraus graviert wurden. Auch durch den Damaszener Stahl beeinflusst, entdeckte er, daß nicht-eisen Platten sich miteinander verbinden lassen, um Muster hervorzurufen, die den Lackarbeiten ähnelten. Seine älteste Arbeit in Mokume Gane ist in dem Kizuka Schwertgriff zu sehen; er verwendete die Materialien Gold (Kin), Silber (Gin), Kupfer (Suaka) und die Legierung Shakudo.

Analog zu Shoamis Mokume-Gane-Herstellung arbeitete die bekannte Familie Takahashi bei der Montage von Schwertern in jener Technik.

Außerhalb von Japan sind keine weiteren historischen Arbeiten dieser Metalltechnik mit den typischen Musterungen bekannt.

Heute gibt es wenige Silberschmiede, die sich mit Mokume Gane auseinandersetzen. Zu erwähnen sind hier Tetsuji Shindos Arbeiten, außergewöhnlich große Gerätschaften in Form von Vasen. Seine Blöcke bestehen meist aus 20 Lagen Kupfer und Shakudo von je 2 mm, die er bei einer herunter geschmiedeten Stärke von 8 mm mit Mustern versieht.

Norio Tamagawa arbeitet in einer ähnlichen Art wie Shindo, jedoch mit weniger Lagen (ca. 10-15 Stk.), dafür allerdings von je 3 mm Stärke.

Masahisa Yagihara verarbeitet Mokume Gane auf eine anderen Weise; hier werden die Legierungen einzeln aufgeschmolzen und anschließend in einer Kupferdose aufeinander gegossen.

Herausstechend sind auch Arbeiten verschiedener Schmiede von der Universität für schöne Künste in Tokio.

Außerhalb von Japan ist das Ehepaar Pijanowski in den Staaten mit ihren Arbeiten erfolgreich; ebenso ragen der Engländer Alistar McCallum und Birgit Laken aus den Niederlanden mit ihren Stücken heraus.

### 3.) HERSTELLUNG VON MOKUME-GANE:

Gliederung der Arbeitsschritte:

1. Schichtungskomposition der Metalle herstellen (mindestens 2 verschiedenfarbige Nichteisenmetalle)
2. Metallvorbereitung
3. Verschweißung
4. Musterung in die Oberflächenschicht einbringen (Mokume-Gane Nachahmung mit Flußmittel und Lot)
5. Metallreduzierung durch Schmieden/ Walzen (Pressen)
6. Nachbehandlung, Verarbeitung

#### 1.) Schichtungskomposition:

Nach dem Festlegen der geeigneten Metall-Legierungen, der Farbkomposition und des Muster, werden die Metalle oder die Legierungen in Größe, Anzahl der Schichten, Form und Stärke vorbereitet.

#### 2.) Metallvorbereitung:

Die Bleche müssen plan, metallisch-rein und geschmirelt sein. Sie sollten alle möglichst an den Rändern bündig abschließen. Auch muß der Kantengrat entfernt werden.

Beispiele der Größen und der Verhältnisse für die Planung:

Ausgangsmaterial:			/	Endprodukt:	
Breite/ Länge	Stärke	Schichtung	Blockhöhe	Breite/ Länge	Stärke
a. 50 x 50 mm	1,6 mm	10 Stk	H=16 mm	115 x 115 mm	1,6 mm
b. 75 x 75 mm	1,6 mm	13 Stk	H=21 mm	200 x 200 mm	1,6 mm
c. 100 x 100 mm	1,6 mm	19 Stk	H=30 mm	360 x 360 mm	1,6 mm

Die Blockhöhe sollte nicht unter ca. 10 mm und nicht über 360 mm liegen!

Für Schmuckzwecke sind zwischen 8-20 Schichten geeignet, über diese Anzahl wird die Metallzeichnung zu zart und fein; das Muster schwerer erkennbar. Denn je mehr Schichten, desto dünner wird die Beschaffenheit jeder einzelnen Schicht nach dem Schmieden. Bei weniger Stückzahlen der Bleche kann die typische Wirkung ausbleiben. Ebenso verliert Mokume Gane die Wirkung bei zu wenig Farbkontrast.

Um Bleche ohne Macken plan zu schlagen, benutzte ich zwei Bretteisen, zwischen die ich das Metall legte, oder ich walzte die Bleche im gleichen Abstand der Walzenrollen in verschiedenen Richtungen. Es wird vorgeschlagen das Metall zu glühen, um es von inneren Spannungen zu befreien. Ich unterließ das jedoch, da spannungsreiches Metallgefüge einen etwas niedrigeren Schmelzpunkt besitzen soll.

Die Bleche beizen. Das anschließende beidseitige Schmireln der Bleche mit ca. 320'er Körnung hat mehrere Gründe. Erstens werden die Oxidschichten sowie oberflächliche Kratzer entfernt und zweitens die Metalloberfläche wird aufgeraut, was den Diffundierungsprozeß beim Verschweißen erleichtert. Den gleichen Effekt soll ein Einlegen in Schwefelsäure besitzen, wobei die mikroskopische Oberflächenauflösung eine wesentlich feinere Struktur ergibt als die Schmirelgrillen.

Um nun sämtliche Säure-, Fett-, Schmirelreste oder Fremdkörper von den Blechen zu entfernen, gibt es viele Wege. So können sie mit Bimssteinmehl und "scotch brite" (Schaumstoffschwamm mit harten Vlies), mit Holzkohle, Stahlwolle, Aceton, Trichloräthylen oder mit Spiritus abgerieben werden. Sie können auch kurzfristig in einer fettlösenden Substanz im Ultraschall oder elektrolytisch (galvanisch) behandelt werden. Wichtig ist, daß man danach die Bleche nicht mehr mit den bloßen Finger anfaßt; man benutzt saubere Papiertücher oder Gummihandschuhe.

Anschließend werden die Metallbleche geschichtet; dabei gibt es einiges zu beachten. So ist es empfehlenswert, als unterstes Metall ein Kupferblech von 2 mm Stärke zur Stabilität einzusetzen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Plastizität; der Grad der Verformbarkeit sowie die Duktilität der Metalle und Legierungen. Sind hier die Unterschiede zu groß, führt es - beim Schmieden und Walzen oder bei anderen plastischen Gestaltungen - zu Rissen oder Brüchen.

Wissen sollte man außerdem, daß eine direkte Aufeinanderfolge von Silber und Messing beim Verschweißen Schwierigkeiten ergibt.

Zu beachten ist auch, daß Metall oder Metallegierungen mit niedrigen Schmelzpunkten zwischen Schichten mit hochschmelzenden Stoffen gesetzt werden. Sind in der Zusammensetzung des Blockes Metalle b.z.w. Legierungen mit stark abweichenden Schmelzpunkten (z.B. Silber und Kupfer), wird der gesamte Komplex in eine Stahlkonstruktion gebaut. Die Aufgabe des Kastens ist eine gleichmäßige Hitzeverteilung zu gewährleisten, ein Verrutschen der Schichten beim Verschmelzungsprozeß zu unterbinden und ein Herausspritzen des flüssigen Materials zu verhindern. Der viereckige Rahmen ist aus einem 1 mm Stahlblech geschweißt, welcher etwas größer als die Metallschichten sein sollte. Die Höhe des Rahmens ist umfassend genug, um den ganzen Block aufzunehmen, plus je eine Deckel und Bodenplatte aus 6 mm Stahl. Die Platten drücken mit ihrem Gewicht auf die erhitzten Metallschichten; so entsteht ein engerer Kontakt der Bleche und die Luft wird heraus gepreßt.

Eine der Stahlplatten sollte über den Rahmenrand herausstehen, damit mehr Druck beim Umbinden des Stapels mit dickem (2 mm) Bindedraht erreicht wird und damit später bei dem Rotglühen die Druckausübung per Holzhammer leichter und effektiver erfolgen kann.

Laut Oppi Untracht wird in den Stahlkasten ein Guckloch von ca. 3 mm gebohrt, damit die richtige Temperatur durch die Glühfarbe zu erkennen ist. Das aber erfordert viel Gefühl für das Material und Erfahrung, da der Moment zwischen dem Solidus- und dem Liquiduspunkt sehr kurz ist. Hinzu kommt noch der sehr begrenzte Ausschnitt durch das Loch in den Blockinhalt; sowie die durch das Feuer und die Glut beschränkte Sicht. Wird das Guckloch größer und an mehreren Rahmenseiten gestaltet, verliert der Kasten die Stabilität bei einem eventuellen Herausschlagen des Blockes.

Vor dem ersten Gebrauch sollten die Innenseiten der Stahlummantelung und beide Stahlplatten mit gelben Ocker (Heilerde) oder Tippex eingestrichen oder mit dickerem Papier bedeckt werden, um ein Zusammenheften mit den Metallschichten zu vermeiden. Nach den ersten Versuchen ist der Stahl mit Oxyden überzogen, so daß eine Verbindung mit dem Block nicht mehr möglich ist, eine weitere Isolation erübrigt sich.

Ist voraussichtlich keine große Differenz der Schmelzpunkte zu erwarten, ist das Gehäuse unnötig, der Block wird einfach zwischen die Stahlplatten gebunden. Anstatt des Bindedraht, der im Feuer schmilzt und deshalb den gesamten Block zum Verschieben bringen kann, sollen auch dickere stabile Eisenklammern funktionieren. Eine andere Möglichkeit der Fixierung sind Stahlplatten, die an allen Seiten ca. 25 mm größer als die Schichtbleche sind. Mit vier längeren Schrauben, die durch die Stahlplatten reichen, wird der Block mit Muttern gesichert. Hier ist allerdings die schnelle Entfernung des Haltemechanismuses schwierig, denn im Zeitpunkt des Metallglühens müßten die Muttern mit einem Meißel schnell hintereinander durchgeschlagen werden, das sich mit wenig Übung als schwer erweist. Zu beachten wäre an dieser Stelle die regelmäßige Kräfteverteilung durch gleichmäßiges Anziehen der Schrauben und Muttern.

### 3.) Verschweissung:

Die wichtigsten Voraussetzungen für eine kompakt miteinander verschweißte Metallschichtung ist einerseits die richtige gleichmäßig gehaltene Temperatur, andererseits die Erschaffung einer Oxid-reduzierten Atmosphäre während des Schmelzprozeßes.

Um beides zu erreichen beschreibt Oppi Untracht eine Hitzekammer, plaziert in einer Schmiede. Sie besteht aus drei Mauern von feuerfesten Steinen und einem Dach aus einer 6,5 mm dicken Stahlplatte. Damit dem Brennmaterial -Koks oder spezielle Schmiedekohlen- die Luftzufuhr von unten ermöglicht wird, setzt man die Kammer auf eine 6,5 mm perforierte Stahlplatte oder einen schweren Grillrost. Die Kammer sollte so groß sein, daß man den Block bequem hineinstellen kann. Hier in der oxidierenden Umgebung wird er in der Zeit, in der sich das Metall erhitzt, gedreht und gewendet; sonst ist eine einseitige Überhitzung möglich. Das Wenden muß vorsichtig angegangen werden; bei niedrig schmelzenden Legierungen kann starker Druck auf Deckel und Boden das eventuell flüssig gewordene Metall aus den restlichen Schichten heraus quetschen.

Ich arbeitete in der Feldschmiede mit vier größeren Schamottsteinen, die ich raumartig auf die Schmiedekoks baute. Nach dem Entzünden der Koks wartet man bis sie ca. zur Hälfte abgebrannt sind und nicht mehr qualmen. Wenn die Hitze den Höhepunkt erreicht setzt man den Block in den

geschaffenen Raum direkt in das starke Feuer. In einem Versuch stellte ich den Stapel in eine Glut mit blauen Flammen, so wie es in der Literatur von O. Untracht beschrieben ist. Die Koks brannten schnell aus; die Temperatur war zu schwach. Die Metallbleche oxydierten, es kam zu keiner Verbindung.

Um die beiden wichtigen Voraussetzungen -eine gleichmäßige Temperatur und eine oxydreduzierte Atmosphären- zu erschaffen, muß der entstandene Raum ständig mit reduzierenden Flammen ausgefüllt und umspült sein.

Der Aufheizvorgang ist abhängig von der Gesamtmenge und Größe der Bleche ebenso vom Material. So sollen z.B. 20 Lagen Kupfer und Kupfer-Legierungen, von 100x 100x 1,6 mm, ungefähr 20 Minuten zur Diffusion benötigen. Die Farbe und der Zustand des Blockes sollten die ganze Zeit überwacht werden, so gut es möglich ist. Wird der Block einheitlich orange-rot, beginnt der Prozeß der Verschmelzung, d.h. ca. 40-50 °C unter dem Liquiduspunkt (=Schmelzintervall). Die Schichten der Kupfer und -legierungen brauchen eine Temperatur von ca.760°-1038°C (Soliduspunkt!). Enthält die Komposition aber unmittelbar neben Kupfer auch Silber oder eine Silberlegierung, sinkt die Temperatur auf ungefähr 590°760°C ab, durch Bildung eines Eutektikums (Erklärung s. Kapitel: Übersicht Metalle/Legierungen).

Um den richtigen Augenblick der Verschweißung zu erkennen, gibt O. Untracht den Tip, mit einem spitzen Stahlstift die Außenkanten des Metallblockes an zu reißen. Erscheint der Riß einheitlich helleuchtend, haben sich die Schichten fusioniert. (Funktionierte durch das Loch des Stahlkasten nicht, die Platten verschoben sich eher!)

Fand die Fusion statt, wird die Box aus der Glut genommen und auf einen Amboß gestellt. Man wartet kurz, um sicher zu sein,, daß eventuell (fast) flüssig gewordenes Metall sich verfestigt.

Nun klopft man vorsichtig mit einem Holzhammer möglichst vom Plattenmittelpunkt nach außen. Holz deshalb, weil Eisen zu viel Druck für die sehr leicht verformbaren Schichten liefern würde. Die immer noch glühend heiße Box zurück in die Glut stellen und warten bis sie wieder eine orange-rote Farbe angenommen hat. Den Arbeitsgang nochmals wiederholen, dann den Bindedraht mit einer Zange aufpetzen, vorausgesetzt er ist nicht schon geschmolzen. Die Stahlplatten mit dem Hammer abschlagen. Während der Stapel dunkelrotglühend ist, bis mindestens auf die Hälfte der Originalstärke herunterhämmern, bevor er abkühlt, schwarz und hart wird. Hier wird jetzt von Außen zum Zentrum hin gehämmert, um ein Auseinandergehen der Bleche zu vermeiden. Den Block nicht im orange- hellrot glühenden Zustand schmieden, es könnte zum Aufplatzen und Zerschlagen des Lagenpackets kommen.

Ist Silber im Block, wird beobachtet bis es eine Spiegelfläche aufweist, dann ist die Schweißung abgeschlossen. Jedoch einen Moment später kann es schon flüssig sein und das Herausnehmen aus dem Feuer wird problematisch. In diesem Fall ist es ratsam, den Block möglichst waagrecht in den Koks aufzurichten, die Hitzezufuhr sofort zu unterbrechen, ihn weiterhin waagrecht langsam aus der Esse zu nehmen und auf dem Amboß abkühlen zu lassen. Das Schmieden wartet man ab bis das Silber vom rotglühenden Zustand in einen dunkleren Ton herunter gekühlt ist, danach erst die Stärke reduzieren.

Der Metallblock sollte niemals abgeschreckt werden, daraus kann ein ungleiches Verziehen resultieren und/ oder es bewirkt einen Bruch zwischen den verschiedenen Metallkomponenten durch unterschiedliche Kontraktionen.

Wenn das Ergebnis kalt ist, werden Unebenheiten und Verschiebungen am Rand mit der Metallsäge oder mit der Bandsäge egalisiert und anschließend mit einer großen Feile versäubert. Unterläßt man dies, können Risse beim Schmieden auftreten, weil hier an den Rändern Oxidationen entstanden.

Nach Wunsch kann man den Block nun entsprechend dem Muster weiterverarbeiten, wobei zu beachten ist: Je mehr Schichten deformiert werden, desto wichtiger ist eine gute Verschweißung!

In der Rijkshogeschool Maastricht wurden Versuche unternommen, Blöcke im Elektro-Ofen zu verschweißen. Die Kanten des Blockes werden hierfür mit Flußmittel eingestrichen, um die Oxidation der Platten bis zur Verschweißung zu verhindern. Da im Ofen der Druck nicht durch hämmern ausgeführt werden kann, ohne durch Öffnen der Ofenklappe sofort die reduzierende Wirkung der Hitze (s. S.22) aufzuheben, wird der Block zwischen Stahlplatten geklemmt und festgeschraubt.

Diese Versuche, das Basismetall für Mokume Gane im Elektro-Ofen herzustellen, interessierte mich stark. Es erschien mir kommerzieller, einfacher und unproblematischer ohne Feldschmiede arbeiten zu können. Dazu benutzte ich einen elektronischen Wachsauerschmelzofen mit einer maximalen Arbeitstemperatur von 1'250°C und einer sehr genauen Temperatursteuerung. Der Emailofen der F.H. Werkstatt war nicht in der Lage die exakte Temperatur des Soliduspunkt vom Tombaks anzuzeigen (+/- 50°C).

Alle Versuche waren mit Kupfer und Tombak in 10 Schichten, verschraubt in zwei Eisenplatten. Im 1. Versuch setzte ich den Block in den Ofen, eingebettet in eine Konstruktion aus dickem Eisen und gefüllt

mit Schmiedekoks. Erst dann wurde die Temperatur aufgeheizt. Bei ungefähr 1000°C wurde der Block nach Stunden entnommen und geschmiedet, was jedoch zu kalt war, die Metalle verbanden sich nicht. Der 2. Versuch wurde mit 1050°C zu heiß, die Stoffe diffundierten zu stark ineinander, die Blockhöhe reduzierte sich ungefähr auf die Hälfte. Der 3. Versuch lief optimal, das Eisengefäß wurde zwischen 700-800°C in den Ofen geschoben und verblieb dort ca. 100 Minuten, bis zur Erreichung einer Temperatur von 1015-1020°C. Danach wurde der gesamte Block mit Eisenplatten unter die Spindelpresse gelegt, anschließend aus den Stahlplatten herausgeschlagen, nochmals im Ofen erhitzt und dann geschmiedet. Der 4. Versuch ähnelte dem 3. Versuch, nur nahm ich statt des Koks Flußmittel (Flußmittel H / 550 -800°C Wirkungsbereich).

Die Vaksschool Schoonhoven geht nach neusten Entwicklungen von dem Gebrauch hauchdünner Folien aus, um den Block vor Oxyden zu schützen. Er wird vor dem Einklemmen zwischen die geschraubten Stahlplatten vorsichtig in Kupfer- oder Stahlnickelfolie eingepackt, ohne diese mit Löchern oder Rissen zu versehen. Es kann vorkommen, daß die Folie mit dem Paket zusammenschweißt, als Abhilfe dient eine Lage dickes Papier oder Löschpapier. Die Temperatureinstellung des Ofens ist natürlich abhängig von den gebrauchten Metallen und Legierungen. Auch hier muß die Temperatur knapp unter dem Soliduspunkt der niedrigsten schmelzenden Legierung bleiben. Die Zeitdauer steht im Verhältnis zur Masse des Blockes. Minimal 20 Minuten und maximal 45 Minuten sind nötig, um eine gute Haftung zu erreichen.

Nach dem Verstreichen der Zeit wird der Block vorsichtig aus dem Ofen genommen und etwas abgekühlt, dann wird leicht mit dem Hammer darauf geschlagen. Nun durchtrennt man die Schrauben, schmiedet die Lagenschichtung gut durch und entfernt danach die Folie. Erneut erhitzt man den Block und schmiedet ihn nochmals. Jetzt ist er für das Hervorbringen der Musterung bereit.

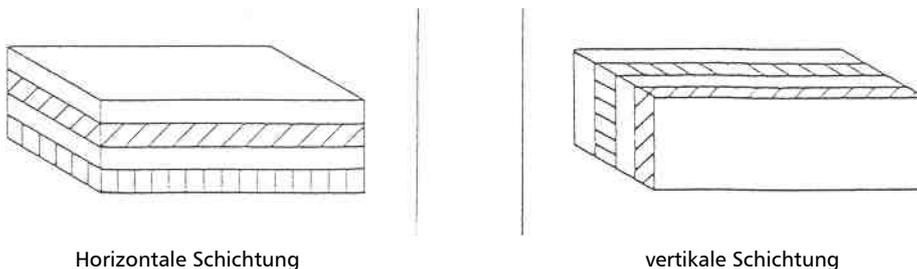
#### 4.) Mokume Gane Maserungen und Strukturen:

##### a) Vervielfältigung der Schichtungsanzahl in einem Blech:

Um die Schichten zu erhöhen, wird ein bereits auf ca. 1,6 mm geschmiedetes und gewalztes Blech, der gewünschten Anzahl entsprechend, in Teile gesägt, vorbereitet und verschweißt. Dieser Vorgang kann mehrmals wiederholt werden. Bei der Verschweißung wird mit den Blechen verfahren als wären sie aus einem einheitlichen Metall. (s. unter 3. 2 und 3.3).

##### b) Horizontale oder senkrechte Schichtung:

Metallstücke werden scheibenartig von der Längs- oder Breitseite, abhängig von der Form, abgesägt, durchgeschmiedet und gewalzt. Bevor mit der Reduzierung der Stärke begonnen wird, können die Kanten des Metallstück in verschiedenen Winkel angefeilt werden, um die Gleichmäßigkeit der Musterung zu unterbrechen. Viele Variationen der Maserung sind durch einen Wechsel der Schmiede- und Walzrichtung möglich.



##### c.) Konzentrische Augen, exzentrische Kreise:

Das Mokume Gane Blech wird mit der Oberseite nach unten auf einen nachgebenden Untergrund gelegt, z.B. Kitt, Pech, dickeres nasses Leder oder Bleiblock. Im letzteren Fall nimmt man ein Stück reißfestes Papier, legt es über den Block, um einen Kontakt zwischen den Metallen zu verhindern. Denn Bleiatome "fressen" beim Glühen wegen ihrem geringen Schmelzpunktes Löcher in andere metallischen Stoffe.

Mit (Kugel-)Punzen und Hammer werden in die spätere Rückwand kleine Vertiefungen geschlagen, die an der Vorderseite als konvexes Relief erscheinen. Die Höhe der Erhebungen sollte nicht mehr als die Hälfte bis 2/3 der gesamten Metallstärke betragen. Das Stück herumdrehen, nun die Buckel vorsichtig mit der Feile entfernen; Schichten beobachten und eventuell zählen. Kein Loch hinein feilen. Sollte

jedoch eines entstehen, so kann es von der Rückseite mit Lot zu geschwemmt werden. Eine andere Möglichkeit wäre ein Stück Metall einzulöten, das im Block vorkommt.

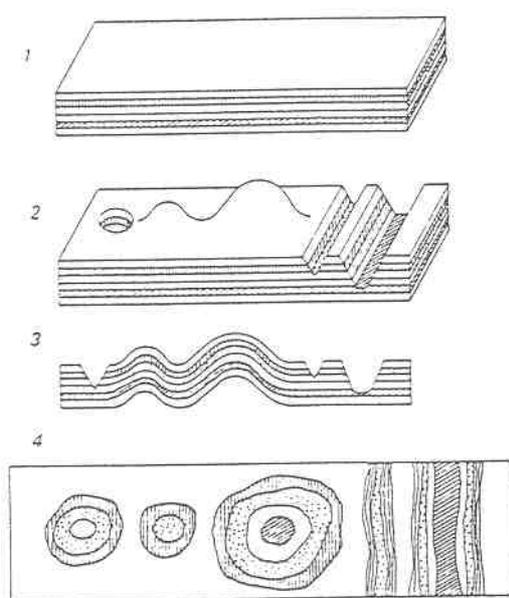
Ich arbeitete mit Bohrer von unterschiedlichen Durchmesser, wobei ich darauf achtete nie mehr als 2-3 Lagen zu durchdringen. Man sollte die Ränder der Bohrlöcher am besten mit einem Kugelfräser schlichten, da sie sich sonst beim Walzen oder Schmieden in Falten legen und so Risse im Metall verursachen können. Das Metall wird nun so lange gehämmert oder gewalzt, bis es wieder eine glatte Oberfläche aufweist. Der Prozeß der Mustereinbringung und Reduzierung des Metalls sollte am besten 3-4 mal wiederholt werden, bis das Blech eine Stärke von ca. 1,5-1,0 mm erreicht. Abhängig von der Schichtzahl, Farbe und Anzahl der Vertiefungen erscheint ein Bild mit mehr oder weniger konzentrischen Kreisen und Kurven, wobei das Oberflächenmetall farbdominierend ist. Die Muster können variiert werden mit ovalen, langen oder irregulären Formen, unter anderem durch Ziselier- oder Treibwerkzeuge. Man sollte nicht vergessen, daß durch das Walzen geometrische Muster in die Länge gezogen und durch das Schmieden Muster zerstört werden können.

Weitere Maserungen können durch andere spanabhebende Methoden entstehen, so z.B. mit Gravierstichel, (Riffel-)Feilen, Fräser oder mit einer Säge.

Die traditionelle japanische Weise Muster in Metall einzuarbeiten, ist mit einem kleinen Meißel, genannt "Hatsuri-Tagane". Er sieht wie ein Holzmeißel aus, ist nur wesentlich kleiner und gräbt ebenso eine u-förmige Rille.

Mit allen diesen Möglichkeiten können parallele, sich verjüngende oder durchkreuzende Linien gestochen werden. Natürlich kann man zur Einbringung des Musters sämtliche Methoden und Werkzeuge, gearbeitet von Hand oder maschinell, miteinander kombinieren.

Je mehr Metallschichten die Aussparung anreißt, desto enger erscheint die Struktur nach dem Schmieden und Walzen.



#### d) Intaglio, Oberflächenrelief:

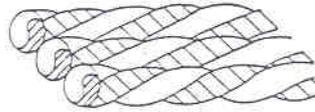
Reliefs können bei entsprechender Metallstärke gearbeitet werden, dabei sind Struktur, Form und Tiefe beliebig. Es ist derselbe Arbeitsgang wie oben beschrieben, nur wird hier das Blech nicht anschließend gewalzt sondern die Oberfläche eingeebnet (feilen, schleifen). Wichtig ist bei dieser Technik, daß die Schichten und ihre Farbe sich deutlich voneinander abheben.

#### e) Muster durch lokalen Druck:

Das zu verarbeitende Blech liegt auf einem harten Untergrund, wie z.B. einem Bretteisen. Ein flacher Gegenstand aus Stahl (Stempel, Schlüssel,..), der dem Blechdurchmesser entspricht, wird auf das Blech gesetzt. Der Druck, der durch den Hammerschlag entsteht, läßt eine Vertiefung erscheinen; die Schichten unter dem Objekt werden gestaucht und das Metall darum herum wird hoch gepreßt. Nach dem Befielen der entstandenen Erhöhungen und dem Planieren auf die gewünschte Stärke, sollen die Schichten in Linien konzentrisch um die "Vertiefung" zum Vorschein kommen. Auch hier darf das Metall nicht geschmiedet werden, sonst läuft man Gefahr, das Muster zu zerstören.

## f.) Draht-Mokume:

Verschiedene Drahtstücke aus unterschiedlichen Metallen von geringem Stärkenunterschied werden zusammengebunden, nachdem sie versäubert wurden. Die Länge der Drähte kann gleich sein oder variieren, der Durchmesser ist hier vorzugsweise quadratisch oder rund. Sie werden so verschweißt und geschmiedet. Dasselbe ist möglich mit vorher gedrehtem Draht.



## g.) Tordierungen:

Es ist eine Technik aus dem Bereich des Eisenschmiedes. Nachdem die Drähte oder der rechteckige Barren geschmiedet, die Kanten versäubert und verfeilt wurden, wird das Stück nochmals auf Rotglut erhitzt. Schnell wird es in einen Schraubstock eingeklemmt, mit einer Schraubzwinde oder ähnlichem Werkzeug gebogen und verdreht. Dies ist solange fortzusetzen, bis genügend Windungen erreicht sind. Sollten sich die Kanten umschlagen, muß das mit einer Feile nachkorrigiert werden. So entsteht in Folge von Schmieden und Verdrehen ein fast rechteckiger Stab mit einer diagonalen Maserung.

Wird der Stab in der Länge durchgeschnitten und gewalzt, kommt sofort wieder eine andere Musterung zustande. Werden zwei vorher verdrehte Stäbe aus verschiedenen Legierungen aneinander geschweißt, sind noch mehrere Variationen möglich. Läuft zum Beispiel ein Stab in Uhrzeigersinn und der andere umgekehrt, dann bildet sich ein Fischgrätenmuster. Verschweißt man zwei oder mehrere dieser entstandenen Muster können Ornamente entstehen.

Die Möglichkeiten der Musterung, organisch oder geometrisch, sind wirklich unbegrenzt.

Es scheint auch möglich zu sein, dünne Drähte vor dem Verschweißen zu verflechten und anschließend zu walzen (siehe Birgit Lakens "Anemone 1989" im Bildanhang).



Der Rundstab wird wieder kantig geschmiedet.



Zwei solcher Stäbe, einer mit Linksdrall, einer mit Rechtsdrall, werden zusammengeschweißt.



Die Stäbe werden flachgeschmiedet.

## 5.) Eine Nachahmung von Mokume Gane

mit der ich mich jedoch nicht praktisch beschäftigte, ist die Schichtung von Metallen durch die Verbindung mit Lot. Der große Vorteil dieser Methode ist der geringe technische Aufwand, kein Ofen oder Feldschmiede ist nötig und außerdem braucht man keine Vorkenntnisse im Schmieden. Die Nachteile sind eine oft geringe Haftung des Lotes bei Unebenheiten, Unreinheiten und Spannungen, sowie bei großer Beanspruchung und Verformung des Metalles. Es läßt sich nicht wie das originale Mokume Gane oder wie ein homogenes Metall verarbeiten. Nebenbei sieht man Lot, Lotfugen und -poren.

Viele Abläufe in der Herstellung sind mit denen der verschweißten Mokume Gane identisch.

Deshalb an dieser Stelle nur einige wenige Stichpunkte, Tips und Erklärungen, die mir besonders wichtig erscheinen oder die von der Mokume Gane Arbeitsweise abweichen:

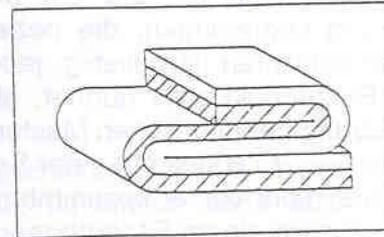
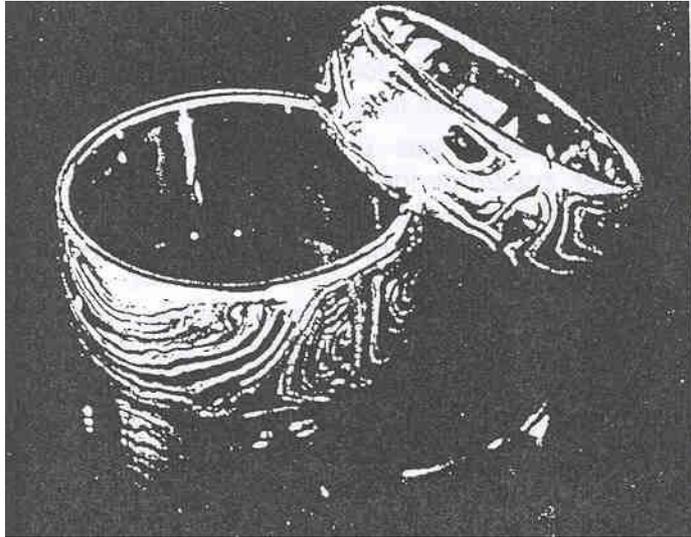
- Die Metallbleche müssen plan, ohne tiefe Kratzer und Löcher sein, denn ohne Gesamtkontakt der Bleche entsteht keine Kapillarkraft des Lotes, es fließt nicht einheitlich durch.
- Auch hier eine dicke Kupferplatte als Basis zur Stabilität.
- Die Bleche müssen absolut metallisch rein sein, jede Verunreinigung kann eine Luftblase ergeben. Da hier die Haftung geringer ist als beim Verschweißen, kann das Metall brüchig werden und aufreißen.
- Man sollte strengfließendes Lot benutzen (am besten Emaillot); der hohe Schmelzpunkt "verschweißt" die Bleche eher und verhindert eine Sprödigkeit des Metalles beim Walzvorgang. Lot mit niedrigem Schmelzpunkt "frißt" Löcher in das Metall, da es beim mehrmaligen Erhitzen von mal zu mal tiefer ins Metall eindiffundiert und sich so verflüchtigt. Die Verbindung bricht. Leichtfließendes Lot sollte für die letzte Lötung/ Finierung am Stück benützt werden.
- Flußmittel (Degussa H) regelmäßig auftragen oder sprühen. Die Flußmittellösung sollte gleichmäßig konzentriert sein und keine Krümel enthalten. Ist die Lösung zu wäßrig, hat sie eine schwache Funktion; ist sie zu stark, bläht sie auf und kann die Bleche verschieben.
- Das Lot mit einer großen weichen Flamme über je eine gesamte Metallfläche entweder mit einem Lotspender oder mit einer Stahlspitze verteilen, dabei aber keine Lotanhäufung entstehen lassen. Denn erstens verhindern sie einen engen Kontakt der Bleche; zweitens können sie beim Schmelzen die Bleche plötzlich aus der Form ziehen und sie verschieben. Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung von ganzen Lotblechen, Stärke ca. 0,20 mm, mit den gleichen Maßen wie die der restlichen Platten. Sie werden gewalzt, geschnitten, planiert, entfettet, mit Flußmittel beidseitig bestrichen und zwischen die Bleche in den Block gesetzt.
- Gelötete Bleche gut abbeizen, spülen, entfetten. Beiderseitig Flußmittel auftragen und trocknen lassen. Die Bleche in gewünschter Reihenfolge, mit der Lotseite nach oben, stapeln. Das letzte Blech ohne Lot, trotzdem beidseitig mit Flußmittel benetzt, auflegen und den Block mit Bindendraht fest umwickeln.
- Mit großer weichen, leicht reduzierenden Flamme löten. Ein Überhitzen verhindern. Sonst fließt das Lot nicht, sondern es frißt Löcher, welche später Lücken zwischen den Blechen ergeben.
- Lot so erhitzen, daß es als einheitliche hell scheinende Linie an den Metallkanten zu sehen ist.
- Verschieben sich die Bleche während das Lot schmilzt, korrigiert man mit einer Stahlnadel nach (abhängig von der Größe der Bleche).
- Im Moment des Lotschmelzens wird auf die gesamte Oberfläche des Stapels ein angemessener Druck ausgeübt, entweder durch eine alte Feile oder einem planen Stahlblock, jedoch ohne die Schichten auseinander gleiten zu lassen. Der Druck verteilt das Lot gleichmäßig, drückt überflüssiges Lot, Flußmittel und die Luft heraus.
- Es wird empfohlen feuer- und hitzebeständige Handschuhe zu tragen, da man mehr Gefühl beim Pressen hat und weil Lot herausfließen oder spritzen könnte.
- Druck muß anhalten bis das Lot erstarrt.
- Gelöteten Stapel nicht abschrecken.
- Und nicht abbeizen, nur mit heißem Wasser abbürsten (deshalb Degussa H oder ein Flußmittel mit der gleichen Eigenschaft). Kanten betrachten, bei großen Lotfugen nochmals Flußmittel und Lot anlegen, den gesamten Block erhitzen. Säurereste könnten in Metallporen verbleiben.
- Bei der Reduzierung der Blockstärke existiert die Gefahr des starken Verziehens durch eine ungleichmäßige Lotschicht. Diese Gefahr besteht besonders bei der Umkehrung der Walzrichtung, wenn in unterschiedliche Richtungen Verspannungen auftreten. Sie wirken am stärksten an den Lötfehlern und können zum Bruch zwischen den Schichten führen. In diesem Fall werden die Bleche endgültig auseinander gebrochen und erneut zusammen gelötet.
- Bei der Weiterverarbeitung werden die Bleche schneller hart als Mokume Gane Bleche und müssen öfter geglüht werden.
- Der letzte Walzvorgang sollte zwischen ca. 1,3- 1,6 mm liegen, ein weiteres Vorgehen wäre jetzt am Vorteilhaftesten.
- Auch hier kann die Anzahl der Schichten vergrößert werden, die Oberseite mit Lot versehen, oder Lotblech einlegen, und verlöten. Eventuell den Vorgang wiederholen, falls mehr Schichten gewünscht werden.

Bei dieser gelöteten Mokume Gane Variation gibt es zusätzlich noch weitere Musterungen:

### a) Gefaltete Musterung:

Es werden bereits hergestellte Schichtungstreifen in freien Kurven, Biegungen von unterschiedlicher Größe, Länge und Richtung gefaltet und so durch Lot fixiert. Bei einem senkrechten abgetrennten Stück Blech erscheint nicht nur das Oberflächenmuster unregelmäßig, sondern auch die Außenkontur. Diese kann durch hämmern wieder in eine geometrische Form gebracht werden. Als Beispiel hier zwei Ringe von George Sawyer (USA),

Durch Entfernung oder Ausgleichung der seitlichen Kanten kann diese Technik auch als Methode der Vervielfältigung der Schichten benutzt werden.



7-39 FOLD LAMINATION, TWO ELEMENTS.

### b) Spiral-Musterung:

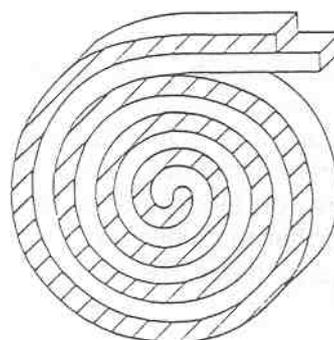
Die Musterung ist eine spezielle Abart der Faltung. Die zusammengerollten Streifen, aus einem oder mehreren Metallen, ergeben an der Ober- und Unterseite die Form einer Spirale. Die Streifen herstellen. Die Blechstärke sollte von der Biegsamkeit der Metalle und von dem optischen Eindruck, den man erreichen will, abhängig sein. Die Breite sollte ca. 1 cm betragen; die Länge kann zwischen 30-40 cm variieren. Die Streifen plan hämmern, schmirgeln, ausglühen und beizen. Bei allen Streifen bis auf einen - der ohne Lot bleibt - je eine Seite mit Lot zufließen lassen und anschließend nochmals abbeizen.

Die Bleche in Kombinationen setzen mit dem lotfreien Stück als oberes/äußeres Blech. So versetzt aufschichten, daß von der obersten bis zum untersten Blechkante des gesamten Stapels eine Differenz von ca. 1 cm entsteht, damit der Spiralanfang später leichter zu drehen ist.

Doch zuerst ein Ende aller versetzten Streifen durch Bindedraht fixieren und den ganzen Block auf die Seitenkante stellen. Zuvor wird das Stück entweder in flüssiges Flußmittel getaucht oder damit eingepinselt. An das fixierte Endstück vor der Umwicklung Lot anlegen und den Rest der Streifen hinter der Umwicklung etwas aufgefächert auseinander drücken oder Papier dazwischen klemmen, damit das Lot nur partiell mit dem Metall Kontakt hat. Lötens und abbeizen.

Mit Zangen oder anderem Werkzeug wird am gelöteten Anfang angesetzt und eine enge Spirale dreht, die keine Luftspalten besitzen darf, die nicht mit Lot ausfüllbar sind. Mit stabilem Bindedraht die Form befestigen und nochmals in Flußmittel tauchen. Nach dem Lötens, dem Versäubern und dem Abziehen kann die Spirale in Abschnitte gesägt und/oder in Ornamente zusammengesetzt werden.

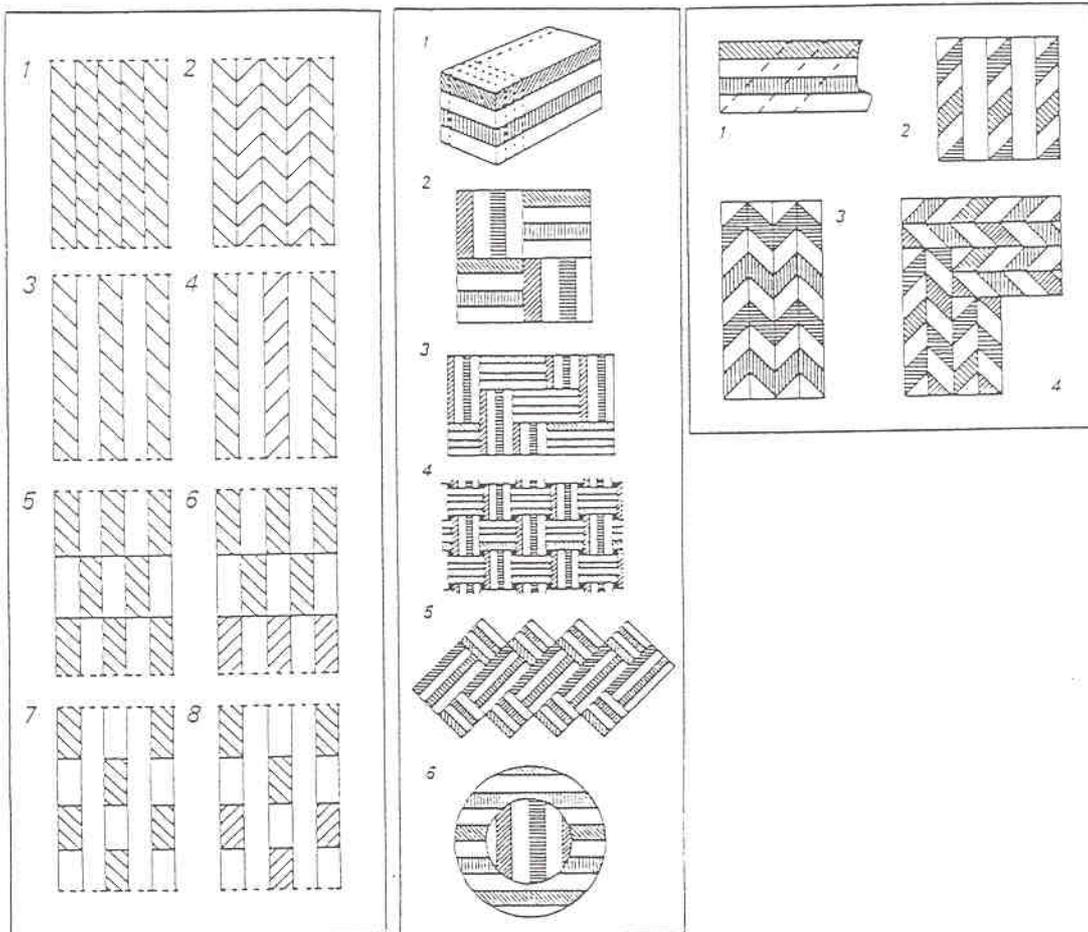
Die Metallreduzierung sollte durch ein Schmieden geschehen; durch ein Walzen kommt es zu einer Verzerrung der Spirale in eine ovale Form.



### c) Mosaik - Musterung:

Ausgangsbasis sind ca. 2,5 cm breite Blechstreifen aus unterschiedlich verschweißten Metallen und Legierungen, die nebeneinander zusammengelötet werden. Die Anzahl und Stärke der Schichten ist beliebig, jedoch sollte die Originalstärke beibehalten werden. Sonst wird das Endprodukt zwar dünner, aber das Muster dehnt und verzerrt sich. In diesem Fall kommen streng geometrischen Musterungen nicht in Frage.

Die Bleche werden zuerst auf einer Seite plan abgezogen. Anschließend werden sie mit dieser planen Seite in der vorher bestimmten Reihenfolge auf eine ebene Lötunterlage gelegt, Kante an Kante, ähnlich einem Parkettboden. Die gesamte Oberfläche wird nun mit einem Flußmittel eingestrichen, am besten Hartlot anwenden, damit später Mediumlot für die Weiterverarbeitung benutzt werden kann. Nach der Lötung erkennt man beim Umdrehen der entstandenen einheitlichen Platte, ob die Unterlage wirklich gerade war, oder ob man Absätze nachkorrigieren muß. Die Vorderseite wird mit einer großflächigen, breiten Feile ebenfalls geglättet und das überflüssige Lot wird entfernt.



### 6.) Metallreduzierung:

Die plastische Reduzierung des geschweißten Blockes findet in erster Linie durch Schmieden statt. Es ist nicht ratsam, den Block direkt zu walzen. Denn nur die äußeren Schichten werden hierbei verformt, aber nicht der Kern des Materials, was zu Spannungsunterschiede führt. Hinzu kommt, daß der Block aus Lagen verschiedener Metallegierungen mit speziellen Ausdehnungskoeffizienten besteht. Ein zu frühes Walzen bringt ein zusätzliches Risiko der Auseinanderspaltung der Schichten.

Eine mechanische Pressung ist möglich.

### 7.) Nachbehandlung, Verarbeitung:

#### a) das Färben:

Wissen sollte man, daß sämtliche Färbeversuche möglichst unter einem Exhaustor geschehen sollten. Es sollte eine Schutzbrille getragen werden, da einige Stoffe ätzend wirken und fließendes Wasser muß in der Nähe sein.

Bedenken sollte man zusätzlich, daß jeder Färbeprozess -Farbe und Stabilität- von der Vorbereitung der Bleche abhängig ist. Außerdem arbeiten die Färbemethoden nicht an allen Materialien gleich intensiv und haften auch unterschiedlich, was an der genauen Zusammensetzung, Oberfläche und Grundfarbe der Metalle/ Legierungen liegt und an der Temperatur, Zusammensetzung, Einwirkungsdauer sowie der Reinheit der Lösung. Nicht vergessen sollte man, daß gegossene Metallstücke sich schwieriger färben lassen als geschmiedete.

Es gibt verschiedene Arten zu färben:

Das *thermische Färben* entsteht durch einen schnellen Oxidationsprozeß. In der ersten Stufe, wenn die Oxidation noch dünn und transparent ist, treten durch optische Interferenz Spektralfarben auf. Ist der Oxidbelag dünn, so ist die Farbe strohgelb, wird er dicker wechselt er farblich zu pink und blau. Bei weiterer Erhöhung der Temperatur wird der Belag undurchsichtig und nimmt eine matte Farbe an, die gefleckt sein kann.

Ab 600°C entsteht bei Kupfer ein rotes Kupferoxid, welches sich bei weiteren Erhitzen in schwarzes Kupferoxid (CuO) verwandelt. Der Überzug kann stabil und gut haftend sein, wenn keine großen Temperaturunterschiede im Färbeprozess herrschten. Das heißt, wenn nicht abschreckt wurde und damit keine Spannungen im Oberflächenbereich auftreten.

Das *chemische Färben* kann durch viele Substanzen vorgenommen werden. Rokusho (japanisch = grün-blaues Pulver) ist die traditionelle japanische Art Mokume Gane nach zu behandeln. Es ist in seiner Zusammensetzung nicht genau bekannt; wurde aber für die japanische Legierungen wie Shakudo, Shibuishi und Kuromido entwickelt. Das besondere an Rokusho ist der zusätzliche Ätzeffekt neben dem Färben, der ein leichtes Oberflächenrelief erschafft.

Hier ein paar Rokusho- Nachahmungen:

I.)	Kupfer2acetat (Cu[CH <sub>3</sub> COO] <sub>2</sub> · H <sub>2</sub> O)	=	6 g
	Calciumcarbonat (CaCO <sub>3</sub> )	=	2 g
	Natriumhydroxyd (NaOH)	=	2 g
	dest. Wasser (H <sub>2</sub> O)	=	150 ml
	Kupfer2sulfat (CuSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O)	=	2 g
	dest. Wasser	=	1000 ml

Arbeitsweise: Chemikalien in heißem destilliertes. Wasser (150 ml) lösen, dazu ein hitzebeständiges Gefäß aus Glas benutzen. Lösung mindestens eine Woche ruhen lassen, dann die obere klare Flüssigkeit abgießen bis eine blaue Substanz verbleibt. Hierzu nun 1000 ml destilliertes. Wasser füllen, so läßt sich die Lösung aufbewahren. Immer erst kurz vor Gebrauch werden die 2 g Cu<sub>2</sub>sulfat eingefügt.

Das zu färbende Werkstück muß sorgsam entfettet werden, könnte danach z.B. in Vitriol abgekocht und mit Bimssteinmehl oberflächlich aufgeraut werden. Stück nicht mehr mit den Fingern anfassen.

Die Rokusho-Lösung darf nicht mit Eisen in Berührung kommen, ebenso müssen die Werkzeuge, wie Zangen und ähnliches, aus Holz, Kunststoff, Messing, Kupfer oder Bambus sein. Bei Kontakt der Lösung mit Eisen entsteht ein galvanischer Strom, der das Metall anstatt mit der Farbschicht mit einem KupfERNIEDERSCHLAG überzieht. Der Grund hierfür ist die elektrochemische Spannungsreihe der Metalle.

Die Lösung in ein Kupfergefäß abfüllen, auf ca. 37°C erhitzen, aber nicht aufkochen lassen! Werkstück in Flüssigkeit legen und ständig bewegen; es ab und zu herausnehmen, um die Farbtintensität zu kontrollieren. Zur besseren Handhabung beim Färben kann man das Stück mit Kupferdraht locker umwickeln. Darauf achten, daß die gesamte Oberfläche mit Flüssigkeit bedeckt ist, sonst kommt es zur Fleckenbildung. Nach 20 Min., oder wenn gewünschte Farbe erscheint wird das Stück herausgenommen. Das Metall könnte anschließend eventuell mit einem geraspelten speziellen Rettich abgerieben werden. Auch als zusätzliche Vorbehandlung, neben dem Entfetten und Reinigen, kann der Rettich in Form einer Paste benutzt werden. Die Wirkungsweise dieser ziemlich alkalischen Paste ist nirgendwo genau erklärt, man nimmt an, daß sie das Anlaufen der Metalloberfläche oder das ungleichmäßige Färben in dem Anfangsstadium verhindert. Als Nachbehandlung wirkt sie konservierend.

Die Paste entsteht durch Zermahlen eines langen weißen Rettich, bekannt in Japan als "Daikon" (chinesisch = "loh-bak choi", indisch = "mooli"), in einem Mörser mit 4- 5 Teilen Wasser. Das Stück wird kurzfristig in die Paste gelegt und ständig bewegt, dieser Prozeß sollte öfter wiederholt werden.

Die Farben, die man mit Rokusho erreicht, werden im Kapitel "Übersicht: Metalle/ Legierungen" ausführlicher beschrieben.

II.)	1- Kupfer2sulfat	=	6,0 g
	Kochsalz	=	1,0 g
	dest. Wasser	=	900 ml

Färbevorgang: Stück schmirgeln, säubern, entfetten und beizen. Die Metallflächen mit einer Rötellösung bedecken und so in die kochende Lösung tunken, dabei das Stück ca. 10 Min. ununterbrochen bewegen. Anschließend es herausnehmen und sofort in klarem Wasser spülen, um Flecken zu vermeiden. Den Prozeß wiederholen bis gewünschte Farbe erzielt wird, was ca. 30- 60 Min. dauert. Das Kupfer sollte dann rotbraun, Shakudo sollte blauschwarz, Kuromi-do dunkelbraun und Silber sollte unverändert weiß sein; (Rötel= Eisen-3-Oxyd [Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>] als Poliermittel bekannt).

Pijanowski rät zu einem Oberflächenschutz namens "Renaissance Micro-Crystalin Wax" zum Schutze von Metallen, Leder, Farbe. Dieses Mittel wird von führenden Museen in Amerika und England benutzt. Wohl immer noch erhältlich über Talas, Division of Technikal Lab Services, 104 fifth Street, New York, NY 10011.

III.)	Kupfer2acetat	=	6,0 g
	Kupfer2sulfat	=	1,5 g
	Seesalz (NaCl)	=	1,5 g
	dest. Wasser	=	1000 ml

Flüssigkeit in einer feuerfesten Schale zum Kochen bringen, währenddessen einen Kupferstab über den Rand der Schale legen und das entfettete Werkstück an einem Kupferdraht in die kochende Lösung hängen. Der Kupferstab verursacht einen schwachen galvanischen Strom, wodurch die Farbe gleichmäßiger wird. Die Färbung dauert ca. 20 Min. oder kann früher nach Wunsch abgebrochen werden.

Zum Schluß gut spülen, in flüssiges (Bienen-) Wachs tunken und mit sanften Druck abreiben.

Andere Metalle und Legierungen lassen sich jedoch auch über andere Methoden interessant färben. Es gibt noch viele Rezepte, die ich nicht erwähne. Ich suchte mir die heraus, die nicht zu schwierig in den kleinen Mengen zu besorgen und nicht zu kompliziert im Ansetzen waren. Außerdem entschied ich mich für diejenigen Rezepte, die unter anderem aus Kostengründen gleiche Grundstoffe besaßen.

IV.)	Kupfer2sulfat	=	50- 60 g
	Alaun (K <sub>2</sub> A <sub>12</sub> [S <sub>04</sub> ] <sub>4</sub> . 24H <sub>2</sub> O)	=	20 g
	dest. Wasser	=	1000 ml

Dieses Rezept ist einem japanischen Verfahren ähnlich. Die Färbung von Kupfer, Zinnbronze, Tombak läuft ins Violett-rote, die des Messings ins Gelbgrüne. Die Grünfärbung nimmt hier mit dem Zinkgehalt zu. Das Metall sollte mattiert sein, da diese Oberfläche im allgemeinen sattere und grünlichere Farben liefert. Die Lösung sollte siedend angewendet werden, sie wirkt nicht kalt.

V.) Färbemethode für die Kombination Messing/ Silber:

Kupfercarbonat (CuCO <sub>3</sub> Cu[OH] <sub>2</sub> )	=	125 g
= Malachit		
Ammoniak (NH <sub>4</sub> OH) (= Salmiakgeist )	=	250 ml
dest. Wasser	=	750 ml

Ammoniak ins Wasser geben, danach Kupfercarbonat dazufügen. Auf 50°C erwärmen. Nach ca. 10 Min. erscheint eine schwarze Farbe auf dem Messing; nach 60 Min. ist die Farbe vollständig entwickelt. Mit heißen Wasser abspülen, trocknen in harzfreien Sägemehl und zum ,Schluß nachbehandeln mit (Bienen-) Wachs.

VI) Färbemethode für die Kombination Messing/ Kupfer:

Kupfernitrat	=	200 g
dest Wasser	=	1000 ml

Arbeitsweise für Kupfer:

Werkstück 20 Min. in die kochende Lösung legen. Abspülen in kochenden Wasser, in Sägemehl trocknen lassen und mit (Bienen-) Wachs nachbehandeln. Das Kupfer nimmt Farbvariationen zwischen Dunkelviolett und Violett-braun an.

Arbeitsweise für Messing:

Stück ca. 36 Stunden in der kalten Lösung liegen lassen, anschließend mit kochenden Wasser abspülen. Nachbehandlung mit (Bienen-) Wachs. Das Messing zeigt ein Violett-rot auf.

VII) Färbemethode für die Kombination Messing/ Kupfer:

Kupfer2sulfat	=	120 g
Ammoniak	=	30 g
dest. Wasser	=	1000 ml

Stück 20 Min. in die kochende Lösung eintauchen, abspülen und mit (Bienen-) Wachs behandeln. Das Messing wird orangerot; das Kupfer erscheint in den Farben Rot bis Violett-braun.

VIII) Färbemethode für Shibuishi/ Shakudo:

Kupfer2sulfat	=	10 g
Ammoniumchlorid (NH <sub>4</sub> Cl)	=	5 g
dest. Wasser	=	200 ml
+		
Kupfer2nitrat	=	10 g

Das Werkstück 20 Min. in kochender Flüssigkeit belassen, danach das Kupfernitrat dazu schütten. Eine violett-schwarze Farbe schlägt sich auf den Metallen nieder.

IX.) Färbemethode für verschiedene Kupferlegierungen:

Ammoniak (NH <sub>4</sub> OH)	=	100 ml
-------------------------------	---	--------

Lösung in eine hermetisch abschließende Glasschale gießen. Werkstück wird an einem Draht über die Flüssigkeit gehängt; dann wird das Gefäß mit dem Deckel verschlossen. Das Stück wird so lange in den Ammoniakdämpfen hängen gelassen, bis gewünschte Farbintensität erreicht wurde, hiernach spülen und mit Wachs behandeln.

X.) Oxidbeize " Blitz ":

Gebrauchsfertig zu kaufen. Kupfer und Kupferlegierungen am besten im Verhältnis 1:4 Teilen Wasser färben, bei zu starken Lösungen oder bei zu langer Einwirkungszeit kann Farbschicht abblättern. Nach wenigen Sekunden erscheint das Kupfer tiefschwarz, das Tombak gelblichbräunlich.

b.) das Polieren:

Mokume Gane wird nicht hochglanzpoliert, da die hohe Lichtreflektion die farbliche Differenz der verschiedenen Metalle minimiert und sie weniger sichtbar werden läßt. Seidenmatt entspricht Mokume Gane eher. Zu erreichen wäre das durch: Stahlwolle, Schmirgelpapier, Bimssteinmehl oder mechanisch durch Schleifvlies (Scotch-Brite), Messingbürsten, Mattschlagbürsten und Schleifschwammscheiben (Artifex).

c.) die Wachse, Öle, Lacke:

Schutz, Versiegelung, Möglichkeit der größeren Farbintensität:

- I. 200 g Wachs und 400 g Terpentingut mischen (die Stoffe sind gut erhältlich in Drogerien und Farbgeschäften)
- II. Kauffertige Metallwachs in fester oder flüssiger Form, farblos oder leicht gefärbt
- III. farbloses Hartglanzwachs (Bohnerwachs) oder Vaseline ergeben eine glanzlose Oberfläche
- IV. säurefreies Öl ergibt eine stumpfe Oberfläche

- V. Bienenwachs ist glänzender als Bohnerwachs und bringt dunkle Farben satter
  - VI. Lacke sind anzuwenden bei starker Beanspruchung der gefärbten Teile; Zapon-, Nitrozellulose- oder Kunstharzlacke werden aufgetragen durch sprühen, streichen oder tauchen
  - VII. amerikanischer Oberflächenschutz für Metalle,... ;Adresse s. Färberezept Nr.2
- Wachse/ Öle sind auch bei kaum stark beanspruchten Teilen weniger abriebfest als Lacke!

#### d.) das Ätzen:

Durch das Ätzen kann eine starke Lebendigkeit in die Metalloberfläche eingebracht werden. Es kommt zur Reliefstruktur, die zusätzlich zur holzartigen Maserung des Mokume Ganes eine organische Anmutung entstehen läßt.

Bei der Verarbeitung sind Unfallverhütungsmaßnahmen zu beachten, so sollte man mit säurebeständigen Gefäßen arbeiten und nicht mit Eisen- oder Stahlwerkzeugen. Das zu ätzende Stück sollte mindestens 3 cm von der Säure im Gefäß bedeckt sein und muß, wenn auch die Rückseite geätzt werden soll, auf kleinen Erhöhungen im Gefäßboden stehen.

Je nach Menge der aufsteigenden Gasblasen kann beurteilt werden, wie schnell die Ätzung vonstatten geht. Konzentrierte Lösungen arbeiten langsamer als verdünnte Lösungen. Mit Asphaltlack kann eine weitere Musterung oder Akzentuierung kriert werden, da dieser nicht von der Säure angegriffen wird und das Metall darunter seine ursprüngliche Stärke beibehält. Zu Entfernen ist der Lack anschließend mechanisch oder durch eine Nitroverdünnung.

Rezepte, zu ätzen sind:

- Cu / Messing: 400 g Eisenchlorid + 1 Teil dest. Wasser
- Cu / Messing: 1 Teil Schwefelsäure + 1 Teil dest. Wasser (= schnelle Ätzung)
- Cu / Messing: 1 T. Salzsäure + 0,2 g Kaliumchlorid (KCl) + 9 Teile dest. Wasser (= langsame Ätzung)
- Cu / Messing / Silber. 2- 3 Teile Salpetersäure + 1 T. dest. Wasser (= starke Lösung)
- Cu / Messing / Silber: 1 T. Salpetersäure + 3-5 T. dest. Wasser (= schwache Lösung)

#### Übersicht Metalle / Legierungen

- Silber.
  - a) Feinsilber 1000/1000 Schmelzpunkt: 960°C, g/cm<sup>3</sup>= 10,5  
Nachbehandlung mit Rokusho = weiß
  - b) Sterling Silber 925/1000, Schmelzintervall: 800/ 900°C, g/cm<sup>3</sup>= 10.3  
Nachbehandlung mit Rokusho = weiß/grau
- Gold:
  - a) Feingold 1000/1000, Schmelzpunkt: 1063°C, g/cm<sup>3</sup> =19,3  
Nachbehandlung mit Rokusho = gelb
  - b) 750/1000 Schmelzintervall: 890/ 850°C, g/cm<sup>3</sup> =15,4  
Nachbehandlung mit Rokusho = warmes gelb
  - c) 585/1000, Schmelzintervall: 855/ 805°C, g/cm<sup>3</sup>= 13,7  
Nachbehandlung mit Rokusho = blaßgelb
  - d) Weißgold 590/1000, Schmelzintervall: 1150/ 1060°C, g/cm<sup>3</sup>= 14,1  
Nachbehandlung mit Rokusho = grauweiß
- Kupfer:
  - Schmelzpunkt: 1084°C, g/cm<sup>3</sup>= 8,9  
Nachbehandlung mit Rokusho = orange bis braun
- Shakudo:
  - a) 1. Qualität = Legierung aus 95,2 % Cu und 4,8 % Au  
Schmelzintervall: 1050/ 1070° C ; g/cm<sup>3</sup>= 9,4
  - b) 2. Qualität = Legierung aus 97,5 % Cu und 2,5 % Au  
Schmelzintervall: 1060/ 1070° C ; g/cm<sup>3</sup> = 9,1  
Nachbehandlung mit Rokusho = rot-braun, violett bis schwarz

- Shibuichi:
- a) 1. Qualität = Legierung aus 60 % Cu und 40 % FeinAg  
Schmelzintervall: 775/ 910° C ; g/cm<sup>3</sup>= 9,5
  - b) 2. Qualität = Legierung aus 70 % Cu und 30 % FeinAg  
Schmelzintervall: 775/ 785° C ; g/cm<sup>3</sup>= 10,0
  - c) 3. Qualität = Legierung aus 77 % Cu und 23 % FeinAg  
Schmelzintervall: 775/ 810° C ; g/cm<sup>3</sup>= 10,1  
Nachbehandlung mit Rokusho = helles bis dunkles grau
- Shiro Shibuishi: Legierung aus 40 % Cu und 60 % FeinAg  
Schmelzintervall: 775/ 820° C ; g/cm<sup>3</sup>= 10,  
Nachbehandlung mit Rokusho = hellgrau
- Kuro Shibuichi:
- a) 1. Qualität 83,3 % Shakudo und 16,7 % Shibuishi  
Schmelzintervall: 800/ 1030° C ; g/cm<sup>3</sup>= 9,9
  - b) 2. Qualität, 71,4 % Shakudo und 28,6 % Shibuishi  
Schmelzintervall: 800/ 1020° C ; g/cm<sup>3</sup>= 9,52
  - c) 3. Qualität 58,8 % Shakudo und 41,2 % Shibuish  
Schmelzintervall: 800/ 1000° C ; g/cm = 9,54  
Nachbehandlung mit Rokusho = dunkelgrau
- Kuromi- do:
- a) Legierung aus 99 % Cu und 1 % metallisches Arsenik [Arsenthosyd (AS2 03)] 3  
Schmelzpunkt: 1070° C ; g/cm = 9,8  
Nachbehandlung mit Rokusho = dunkelbraun bis schwarz
  - b) 97 % Cu, 3 % = Eisen, Nickel, Blei, Antimon, Schwefel, Aluminium, Phosphor
- Sentoko- do: Legierung aus 60 % Cu, 25 % Zink und 15 % Zinn  
Schmelzintervall: 905/ 940° C ; g/cm<sup>3</sup>= 8,5  
Nachbehandlung mit Rokusho = goldgelb bis gelbgrün
- Yamagane: nicht raffiniertes Cu , = "Bergkupfer"  
Nachbehandlung mit Rokusho = dunkelblau bis braun
- Seido: Bronze in unterschiedlichen Legierungen, meistens phosphorfrei  
Nachbehandlung mit Rokusho = orange bis braun
- Sahari: Legierung aus Cu, Zinn und Blei (% = ?)  
Nachbehandlung mit Rokusho = dunkelgrau
- Shincho aus Messing: Legierung aus Cu, Zink und Blei  
Schmelzintervall: 900/ 905° C ; g/cm<sup>3</sup>= 8,39  
Nachbehandlung mit Rokusho = goldartig gelb
- Tombak (Goldtombak, Ms85) Legierung aus Cu und Zink (13-17% Zn)  
Schmelzintervall: 1005/ 1030° C ; g/cm<sup>3</sup>= 8,6  
Nachbehandlung mit Rokusho = orange bis braun