

Kupferhof Rotmessing Red Brass Kupferhof

Laiton Rouge Kupferhof Ottone Rosso Kupferhof

Die Region um Dinant bei Namur in Belgien und Stolberg bei Aachen war schon in der „Römerzeit“ (1. - 4. Jh.) Schürfgebiet für Erze zur Herstellung von Kupfer und Kupferlegierungen. Bis ins 17. Jh. hielt man Galmei (schwefelfreies Zinkerz) für einen Farbstoff mit dem man Kupfer „goldfarben“ einfärben konnte. Erst später entdeckte man die Tatsache, dass es sich nicht nur um farblich geändertes Kupfer handelte, sondern um eine Legierung, die auch zu unterschiedlichen metallurgischen Eigenschaften führte.

Im Gegensatz zu den „Batteurs“ in Dinant stellten die Kupfermeister von Stolberg hauptsächlich Gerätschaften des täglichen Bedarfs wie z. B. Draht mit unterschiedlichen Anteilen von Kupfer und Galmei her. Als Kupferhof bezeichnete man in Stolberg den Werkplatz, auf dem alle den Herstellungsprozess betreffende Arbeiten stattfanden. So steht der Name „Kupferhof Rotmessing“ bei uns für das am niedrigsten legierte Rotmessing mit 95% Cu + 5% Zink (CuZn05). Als sehr weiches Material steht es am Anfang der verschiedenen Messingsaitendraht-Legierungen und erreicht schon bei einem Ø von 0.92mm und einer Saitenlänge von 1320mm für C=65.4 Hz seine Auslastungsgrenze (c“=165 mm bei a“=440Hz, Bruchgrenze 416N). Durch die Verfestigung während des Ziehprozesses steigt die Zugfestigkeit an je kleiner die Durchmesser werden. Bei Ø 0.702 liegt die Festigkeit schon bei 465N = 171mm (für c“ bei a“ 440Hz) und bei Ø 0.453 sind es 515N (für c“ 200mm bezogen auf a“ 440Hz).

Dass unter Zug stehende Messingsaiten nach einer gewissen Zeit ihren Klang verändern, hängt mit der molekularen Kristallgitterkonfiguration der Legierung zusammen. Es läßt sich beobachten, dass je höher der Zinkanteil in der Legierung ist, desto schneller entwickelt sich die klangliche Brillanz der Saiten. Deshalb muss man bei dem niedriglegierten „Kupferhof Rotmessing“ etwas Geduld (bis zu 3 Monaten) aufbringen, bis der Klang sich zu seiner vollen Wärme und Grundtönigkeit entwickelt hat.

Märkisches Rotmessing Red Brass Märkisch

Laiton Rouge Märkisch Ottone Rosso Märkisch

Von England über Belgien, die märkischen Gebiete bis nach Polen erstreckt sich eine geologische Schieferformation mit hohem Kupfergehalt. Je nach Zugänglichkeit entstanden auf diesem „Gürtel“ (besonders seit dem Mittelalter) Zentren des Kupferbergbaus und der Messingverhüttung, wenn auch noch Galmei (Zink) in der Nähe abgebaut werden konnte. Das ist sowohl in der Mark Brandenburg, der Lausitz als auch im Märkischen Kreis in Westfalen der Fall:

...1724 gibt es in Sundwig und Westig 17 Drahtziehereien, welche den 1722 gegründeten „Stapel zu Iserlohn“ beliefern mussten. Bei dem „Iserlohner Stapel“ handelte es sich um einen Zusammenschluss der Drahtzieher und acht Kaufmannsfamilien unter staatlicher Aufsicht. Durch diese Organisation wurden die Bedingungen für Herstellung und Verkauf von Draht mit dem Ziel von stabilen Preisen und garantiertem Absatz geregelt. 1739 wurde die Gewerkschaft Helle gegründet. mit dem Zweck des Erzabbaus im Felsenmeer ...

Neben dem Bedarf als Schmuckmetall im militärischen Bereich fanden unterschiedliche Legierungen auch in der Musikinstrumentenherstellung als Blech oder Saitendraht Verwendung. Die damaligen „Metallurgen“ fanden sehr schnell die unterschiedlichen Eigenschaften der verschiedenen Mischungen (Legierungen) von Kupfer und Zinn heraus: je höher der Zinngehalt des Messings, desto heller golden glänzt es - aber desto härter, spröder und brüchiger wird es während der weiteren Verarbeitung.

So wurde Messing aus 85 Teilen Kupfer und 15 Teilen Zinn CuZn₁₅ wegen seiner „Geschmeidigkeit“ gerne zum schmieden und als Stickdraht bei Uniformverzierungen verwendete.

Als Saitendraht im Musikinstrument verwendet, ist der Klang - wie zu vermuten - grundtöniger als der des „Freiberger Gelbmessing CuZn₂₀“ und wird deshalb vorwiegend im Bassbereich oder als Übergang zu Kupferhof Rotmessing CuZn₀₅ verwendet. Mit steigendem Kupferanteil nimmt die Grundtönigkeit zu aber die Festigkeit nimmt ab; sie liegt zwischen dem „Kupferhof Rotmessing CuZn₀₅“ und „Freiberger Gelbmessing CuZn₂₀“.

Freiberger Gelbmessing Yellow brass Freiberg

Laiton jaune Freiberg Ottone giallo Freiberg

Neben den Zentren der Erzgewinnung und Erzverarbeitung im Westen Deutschlands (Altena, Stolberg, usw) liegt im Osten das Erzgebirge mit seinen Zentren, wie z.B. Freiberg oder Schneeberg, die natürlich in erster Linie mit

der Gewinnung von Silber oder Uran in Zusammenhang gebracht werden, aber auch Eisen, Wismut und andere Erze wurden geschürft und verarbeitet.

Bei den jüngsten Restaurierungsarbeiten am Dom zu Freiberg und der dortigen Silbermann-Orgel wurden auch die „Putten“ mit ihren Musikinstrumenten von den Sockeln geholt und untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass es sich nicht nur um dekorative Instrumenten-Atrappen handelt, sondern um spielbare Instrumente im Originalzustand aus der Zeit um 1712. Bei der Analyse des Saitenmaterials kamen Messingsaiten mit der Legierung CuZn₂₀ zum Vorschein. Neben dem Umstand - dass die Ermüdungserscheinungen im Molekulargefüge dieser Legierung geringer sind, als bei dem höherlegierten Messing - der Entdeckung originalen Saitenmaterials im Sächsischen Raum, ist die Materialspezifik von größter Bedeutung.

Die historische Dokumentation in Freiberg hat uns dazu bewogen dieses Material unter dem Namen „Freiberger Gelbmessing“ für die Instrumentenbauer in den historischen Durchmessern des Neuen Nürnberger Systems zu ziehen und anzubieten.

Der Klang ist grundtöniger und weicher als der des „Stolberg Gelbmessing CuZn₃₀“ und liegt in der Festigkeit zwischen dem „Märkischen Rotmessing CuZn₁₅“ und „Stolberg Gelbmessing CuZn₃₀“.

Stolberg Gelbmessing Yellow brass Stolberg

Laiton jaune Stolberg Ottone giallo Stolberg

Stolberg ist eine kleine Stadt am Rand des Rheinischen Schiefergebirges bei Aachen in der Kölner Bucht, einem von drei grossen Erdbebenzentren in Deutschland. Die Sedimente, welche in horizontaler Schichtenfolge während mehrfacher Meereseinbrüche abgelagert wurden, hob die Auffaltung der Eifel zum Gebirge empor. Die Geologie der angrenzenden nördlichen Kölner Bucht unterscheidet sich stark von dem Untergrund im Stolberger Raum. Weiter nördlich treten Lockersedimente auf, die dort durch Senkungsbewegungen in den letzten 30 Mio. Jahren entstanden. Diese geologische Vielfalt bildet die Voraussetzung für den Reichtum der Natur um Stolberg mit teilweise eigenen Arten, wie den Galmeifluren (Indikator für Zinkvorkommen) und Kalkmagerrasen.

Bezüglich der Verarbeitungseigenschaften hat Messing wegen seiner dünnflüssigen Schmelze den entscheidenden Vorteil, dass es sich, im Gegensatz zu reinem Kupfer, blasenfreier giessen lässt. Im Stolberger Raum konnte sich das Messinggewerbe auf der Basis verschiedenster Standortfaktoren (Galmeilagerstätten der unmittelbaren Umgebung und des Altenberg, Wasserkraft der Vicht, Holzreichtum der angrenzenden Eifelwälder) zu einer Hochblüte entfalten. Zur Zeit der Kupfermeister (ca. 16. - 19. Jh.) und wohl auch zur Römerzeit (1. - 4. Jh.) war Messing das weitaus bedeutendste Handelsgut im Stolberger Raum. Im 18. Jh. beherrschten die Kupfermeister monopolartig die Messingmärkte in ganz Europa. In der ersten Hälfte des 18. Jh. dürften im Stolberger Messinggewerbe 1.200 bis 1.300 Arbeitskräfte beschäftigt gewesen sein. Für das Jahr 1726 sind 200 mit einer Produktionsleistung von insgesamt 60.000 Zentnern pro Jahr belegt. Über Jahrhunderte wurde Messing nicht als Legierung erkannt und in der Umgangssprache (gelbes) Kupfer genannt. Da die Kupfermeister überwiegend Messingprodukte des täglichen Bedarfs fertigten, zu deren Herstellung Schmieden (Hämmern) und Drahtrollen (Drahtmühlen) erforderlich waren, mussten bleiarmer, nicht spröde Messinglegierungen angestrebt werden. Daher wurden möglichst bleifreier Galmei (Altenberg) und bleifreies Kupfer bevorzugt.

Für unseren Stolberg Messingsaitendraht verwenden wir eine bleifreie CuZn₃₀ Legierung, die durch die vielen kleinen Durchmesserreduktionen (5,3% pro Zug) eine recht hohe Festigkeit bei den dünnen Durchmessern erreicht und einen warmen und doch strahlenden Klang hat.

Vogel Bronze Vogel bronze

Vogel bronze Vogel bronze

Bronze ist ein alter Werkstoff (Bronzezeit 2200 - 1200 v. Chr.) von besonderer Dauerhaftigkeit und Härte, die es in den verschiedensten Legierungen als Aluminiumbronze, Berylliumbronze, Phosphorbronze usw. gibt. Im Gegensatz zu Messing (bis zu 30 Teilen Zink) wird Bronze aus Kupfer (Cu) und Zinn (Sn) für Drähte nicht so hoch legiert (CuSn₂ - CuSn₈). Das atomare Kristallgitter von Bronze (kubisch-flächenzentriert) bietet einige Chancen und gleichzeitig Probleme:

während die Atome von Messing Cu + Zn im Periodensystem nebeneinander stehen und ähnlich gross sind (die Homogenität ist hoch) liegen Cu und Sn weit von einander entfernt. Weil das Zinnatom so viel grösser als das

Kupferatom ist, gibt es schon bei der Herstellung der Legierung interne „Spannungen“ bei der Verteilung der so ungleich großen Atome, die sich bei der mechanischen Bearbeitung des Drahtziehens (bis zur Rissbildung) verstärken können. Die Chancen liegen in der hohen (Zug/Druck)-Festigkeit des Materials (solange es nicht weiter verformt wird, wie z. B. beim Anschlagen einer Glocke). Die Risiken dieses Werkstoffs als Saiten liegen beim Stimmen, wo die Saite durch das Hin- und Herbewegen beim Drehen des Stimmnagels einen ständigen „Umformungsprozess“ durchläuft und das atomare Kristallgittergefüge unter Belastungen setzt, die zum Saitenbruch führen können.

Als Saitenmaterial für europäische Instrumente wurde CuSn eigentlich erst im 20. Jh. eingesetzt, und auch meist mit einer geringen Auslastung, weil man sich die hohe Materialsteifigkeit bei einer verkürzten Mensur im Übergang von Stahl im Bass zu Nutze machen wollte und der Sprung von Stahl zu Messing zu gross (da schon zu „weich“) war. Bei Instrumenten wie z. B. der Sitar mit einer geringen Saitenauslastung sind wenig Probleme zu erwarten, weil die Gitterdeformation auf eine geringe Spannung der Saite trifft.

Für die Legierung der Vogel Bronze haben wir uns für CuSn₆ entschieden. Dafür war einerseits das Erreichen einer hohen Steifigkeit / Festigkeit, wie das Bewahren einer möglichst grossen Elastizität, der Grundgedanke. Eine weitere Beobachtung war, dass der Klang von CuSn₆ dem von CuZn₃₀ wesentlich ähnlicher ist als das zum „Rasseln“ neigende CuSn₈.

Westfälisches Eisen westphalien iron

Fer westphalien Ferro vestfalico

Die Gewinnung von hoch qualitativem Eisen ist verbunden mit der Region Südwestfalen (Altena, Iserlohn..) und dem Begriff Osemundeisen. Der Begriff Osemund rührt wohl vom skandinavischen Osemundofen her. Das im Osemundofen gewonnene Eisen war direkt schmiedbar und dürfte damit dem kohlenstoffarmen Eisen aus dem Brennofen vergleichbar gewesen sein. Historiker im 19. Jahrhundert wiesen darauf hin, dass dieses Eisen trotz seines relativen hohen Phosphorgehalts nicht brüchig war. Mit dem sich im 13. Jahrhundert immer stärker verbreitenden Flussofen, hatte man Kohlenstoff reiches Roheisen und es bestand das Problem, dieses zu entkohlen und schmiedbar zu machen. Dies war notwendig, wollte man es genauso bearbeiten können, wie man es vom Osemundeisen gewohnt war. Das Osemundfrischen diente dazu. Unter Osemund wurde deshalb immer mehr eine besonders qualitätsvolle Form von kohlenstoffarmen Eisen verstanden. Letztlich wurde der Begriff Osemundeisen, bzw. Osemundstahl auch auf in Sandwichtechnik zusammengefügte Materialien verwendet. Dabei wurden kohlenstoffreiche mit kohlenstoffarmen Schichten zusammenschmiedet und gefaltet. Die Silikateinschlüsse dürften sich aber im kohlenstoffarmen Eisen mechanisch stark bemerkbar gemacht haben.

Wie schon erwähnt, gibt es Hinweise aus dem 19. Jahrhundert, auf einen relativ hohen Phosphorgehalt bei Osemundeisen. Auch in neueren Untersuchungen aus den USA wird darauf hingewiesen. Bei eigenen Materialanalysen in der Bundesanstalt für Materialforschung haben wir festgestellt, dass auch moderner Klaviersaitendraht einen extrem hohen Phosphorgehalt hatte. Das konnte natürlich nicht sein, denn Phosphor und Schwefel sind Stahlschädlinge, die brüchig machen. Eine Nachfrage ergab, dass durch die moderne Fluoreszenz-Messmethode nicht zwischen Oberfläche und Kern unterschieden werden kann. Der Klaviersaitendraht hatte also nur eine phosphatierte Oberfläche zum Schutz vor Oxidation. Wie die Untersuchungen in den USA durchgeführt wurden, wissen wir nicht. Wissenswert ist in diesem Zusammenhang die historische Herstellung von Draht: nach jedem Ziehdurchgang muss der Draht wieder weichgeglüht werden, da man noch kein Hartmetall oder Diamant als Ziehstein kannte. Das sogenannte „Hol“ war also nur gering härter als das zu ziehende Material. Nach dem Glühen musste der Draht entzündert werden. Dazu brachten alle Drahtzieher einer „Drahtrolle“ jeden morgen in einem Kübel den gesammelten Urin der ganzen Familie mit. Der Draht wurde zum entzündern im Urin gebeizt, so hat sich das Eisen mit dem Phosphor aus dem Urin angereichert. Vor allem der Urin von Kindern enthält viel Phosphor und wurde in den kinderreichen Familien gesammelt. Man sagt, die Arbeiter hätten dafür am Abend im selben Kübel Rapsöl das zum Ziehen verwendet wurde mit nach Hause genommen, um die Kartoffeln zu braten. Es ist also die Frage, ob die beschriebene leichte Anreicherung mit Phosphor etwas mit dem Herstellungsprozess zu tun hat und weshalb der Phosphor seine schädigende Wirkung im Osemundeisen nicht entfaltet. War dies deshalb, weil der Phosphorgehalt nur aussen erhöht war? Beim Falten und erneuten Schmieden kommt diese äussere Schicht wohl nach innen, aber nicht auf dieselbe Weise, als wenn der Phosphor im Gefüge verteilt ist.

Für unseren Westfälischen Saitendraht verwenden wir kohlenstofffreie Eisenschmelze aus Elektroschmelzöfen. Und wie sich zeigt lassen sich die notwendigen Festigkeiten schon durch den Bearbeitungsprozess in den historischen Durchmesserreduktionen erreichen. Die Homogenität des Eisens bewirkt die grosse Grundtönigkeit des Saitenklangs.