

# Wunderwerke westafrikanischer Goldgiesserekunst

Georg Eisner



Text

Version Web 2012

## Zugang zum Bildmaterial

### Betrachten am Bildschirm:

1. Zugang vom Text zu den Bildern durch Anklicken der Abbildungsziffern
2. Herunterladen des Atlas als selbstständiges Werk

### Ausdrucken:

Text und Atlas getrennt ausdrucken

## Bildnachweis

Die abgebildeten Objekte stammen ursprünglich aus der Sammlung  
Denise und René David oder aus der Galerie Walu, Zürich

Wenn nicht anders vermerkt, befinden sie sich heute in Schweizer Privatsammlungen

Fotos: Noëmi Gradwohl und Georg Eisner, Bern

-----

Die Fotografien der Objekte aus dem Museum Liaunig Privatstiftung  
(Neuhaus, Österreich)  
stammen von Rado Varbanov, reproduziert mit freundlicher Genehmigung  
von Dpl. Kfm. Herbert Liaunig

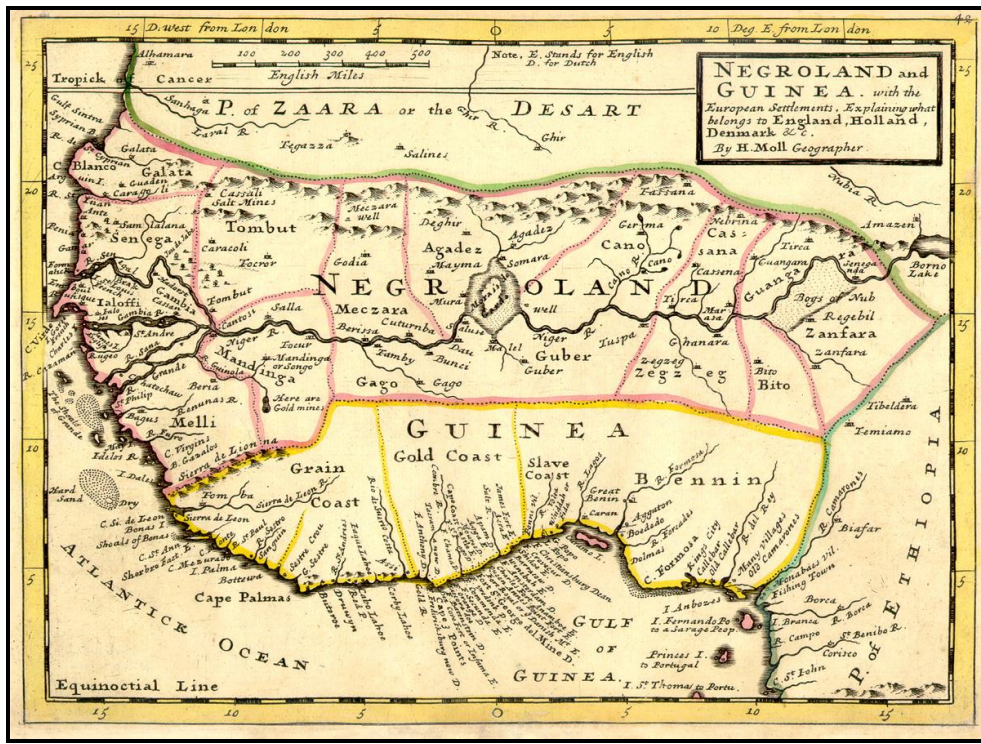
-----

Die Foto der [Abbildung 2](#) und die Kopien der Originalzeichnungen  
von Max Fröhlich werden mit freundlicher Genehmigung  
des Schweizerischen Landesmuseums Zürich reproduziert

Die Fotos der [Abb. 3](#) von Max Fröhlich  
(Katalog Rietberg Museum: „Das Gold in der Kunst Westafrikas“ 1975)  
werden reproduziert mit freundlicher Genehmigung des Rietberg Museum Zürich

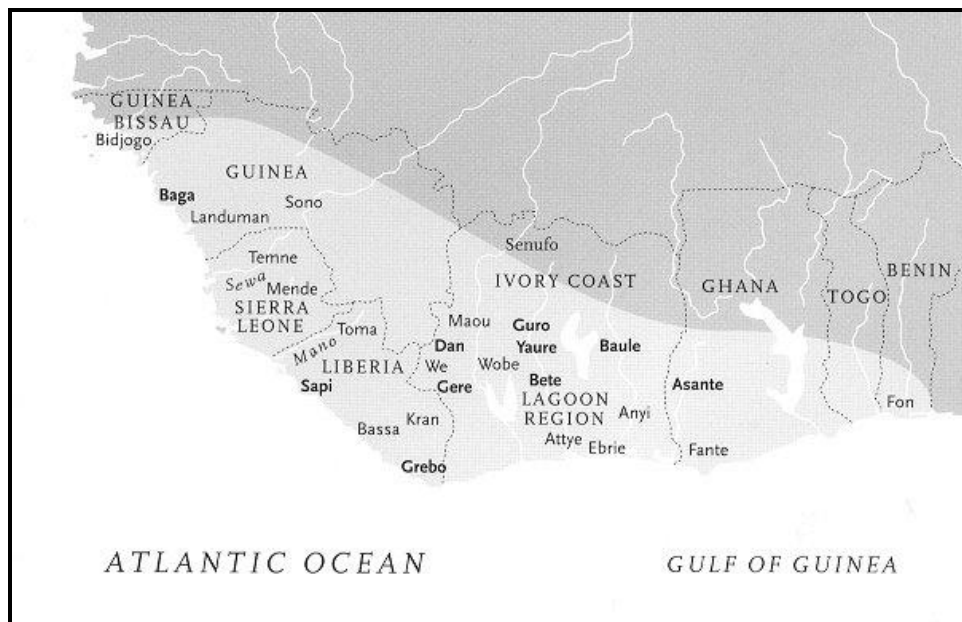
-----

Die Schemata wurden nach Entwürfen des Autors ausgeführt  
von Hans Holzherr, Bern



Alte englische Karte von West-Afrika 1729

[http://www.waado.org/cgi-bin/Historical/MapOfWestAfrica\\_1729.jpg](http://www.waado.org/cgi-bin/Historical/MapOfWestAfrica_1729.jpg)



Geographische Verteilung der Stämme in West-Afrika

<http://www.zyama.com/a.help.pages/Coast%20of%20West%20Africa.jpg>

# Inhaltsverzeichnis

## Skizze für einen Prolog

## Einleitung

## Metallverarbeitung durch Giessen

Die Sonderstellung der Gusstechnik

Das Wachsausgussverfahren

Vor- und Nachteile verschiedener Gussverfahren

Offenes System

Geschlossenes System

## Das Wachsausgussverfahren im geschlossenen System

Materialien

Wachsmodell

Lehmmantel

Praktische Fertigung

Formung des Wachsmodells

Aufbau der Lehmhülle

Giessprozess

Die Vorgänge im Verborgenen

Steuerung der Metall- und Luftverschiebungen

Steuerung des Druckes

## Technik des Hohlgusses

Kriterien für die Wahl von Hohlgüssen

Aufbau des Kerns

## **Methode der gegossenen Fäden**

### **Kriterien für die Wahl des Verfahrens**

Technische Gesichtspunkte  
Ästhetische Kriterien

### **Herstellung von Wachsfäden**

### **Formen und Giessen von Goldfadenobjekten**

Einlagige Goldfadenobjekte  
Doppellagige Fadenplatten  
Gitter-und Maschenwerke

## **Wachsschmelztechnik**

### **Endbearbeitung der Gussstücke**

Politur  
Nachvergoldung

## **Beurteilung des Gesamtergebnisses**

### **Die Imperfektionstoleranz**

### **Wiedereinschmelzung von Goldobjekten**

## **Die Tradierung der Erfahrung**

## **Anhang**

### **Giessen nach dem Schwerkraftprinzip**

## **Literaturverzeichnis**

The mental features discoursed of as the analytical, are...  
 always to their possessor...  
 a source of the liveliest enjoyment.  
 (Edgar Allen Poe: The Murders in the Rue Morgue)

## Skizze für einen Prolog

**Bewunderung**  
**Verwunderung**  
**Staunen**  
**Neugier**

### **Bewunderung** für die Schönheit:

Schlicht in ihrer Form, schimmernd in zartem Goldglanz, sich wandelnd bei jeder Bewegung, erscheinen die goldenen Objekte denen, die sie in Händen halten, in einer einzigartigen ästhetischen Kraft.

### **Verwunderung** über den geringen Bekanntheitsgrad der Goldschmiedekunst Westafrikas:

Während das Bild der Kunst Afrikas in der breiten Öffentlichkeit durch die mächtigen Objekte der Masken und Statuen, - und ihrem Einfluss auf die westliche Kunst – geprägt wird, ist die Kleinkunst aus Gold nur Wenigen vertraut.

Zum einen sind die Werke – im Gegensatz zu den Holzschnitzwerken – selten. Die Goldverarbeitung war – zumindest bis in neueste Zeit - an die Höfe afrikanischer Machthaber gebunden. Die Zahl der Objekte, die aus den Schatzkammern der Könige und Notabeln in den Handel, und damit in eine breitere Öffentlichkeit gelangen, ist beschränkt.

Zum andern fallen die Goldobjekte – wiederum im Gegensatz zu Holzschnitzwerken – wegen ihres geringen visuellen Volumens nicht auf. Wo sie in öffentlichen Sammlungen neben anderen Werken afrikanischer Kunst gezeigt werden, stehen sie meist vereinzelt in Vitrinen, an denen die Besucher, erdrückt von der Wucht der benachbarten Grossskulpturen, nach kurzem Blick vorbeigehen<sup>1</sup>.

So ist es nicht verwunderlich, dass die Kunst der westafrikanischen Goldschmiede leicht übersehen wird, wenn nicht ein spezieller Anlass die Aufmerksamkeit auf sie lenkt.

---

<sup>1</sup> Wichtige Sammlungen, die hauptsächlich der Goldkunst gewidmet sind und diese den Besuchern dank ihrer Fülle auch in ganzer Pracht offenbaren, existieren an vier Orten:

- Sammlung Barbier-Mueller, ehemals im Privatmuseum in Genf, jetzt im „Gold of Africa Museum“ in Cape Town, Südafrika
- Glassell Collection im „Museum of Fine Arts“, Houston, Texas
- Sammlung Liaunig im gleichnamigen Museum, Neuhaus, Österreich
- Sammlung im British Museum, London (nur beschränkt zugänglich).

**Staunen** über die unglaubliche Kunstfertigkeit der Giesser:

Viele der Objekte wurden gefertigt aus Drähten, die man nicht nach konventioneller Methode aus Metall zog, sondern zuerst aus Wachs rollte, als Wachsdrähte zu Scheiben und Figuren formte und dann in Gold goss. Mit einfachster technischer Ausrüstung ([Abb. 4](#)) brachten es die Handwerker zustande, meterlange ultrafeine Drähte mit Kalibern von wenigen Bruchteilen eines Millimeters zu fertigen – und insbesondere – sie mit ihren einfachen technischen Mitteln auch formgetreu zu giessen.

**Neugier** geweckt durch Rätsel:

Worauf beruht die Technik, welche mit bescheidenstem Aufwand erlaubt, Meisterleistungen zu vollbringen, die anderswo nur mit komplizierten Instrumenten und Apparaten erreicht werden (siehe [Abb. 50 b-f](#))? Eine Technik, die obwohl erfolgreich, nur in einem eng begrenzten Gebiet Westafrikas und sonst nirgendwo ausgeübt wird<sup>2</sup>?

Wenn ich im Folgenden versuche, die Neugier zu befriedigen, konzentriere ich mich auf technische Aspekte. Die ethnologischen und die kulturgeschichtlichen Gesichtspunkte, die Fragen nach der Herkunft und der Bedeutung der Werke sind in anderen Werken ausführlich dargestellt, und es genügt, hier auf das Literaturverzeichnis zu verweisen.

Ich beschränke mich

- *geographisch* auf die Goldverarbeitung im Gebiet von Ghana und Umgebung. Dies betrifft die Völkergruppe der Akan und einige ihrer benachbarten Stämme, im Folgenden verallgemeinernd als „Akanvölker“ bezeichnet.

- *historisch* auf „Vergangenheit“. Deren Definition ist zwar problematisch, denn genaue Datierungen der Goldobjekte sind schwierig. Zuverlässige Unterlagen gibt es nur spärlich. Jedoch sind sich alle Experten einig, dass neuerdings ein Wandel stattgefunden hat hinsichtlich der Natur der Auftraggeber, der sozialen Stellung der Goldgiesser und der Verfügbarkeit moderner technischer Gussmethoden. Als Vergangenheit gelte hier die Epoche vor diesem Wandel in die Moderne.

- *thematisch* auf den Goldguss, und zwar vor allem auf den Guss allerfeinster Strukturen, der am meisten Rätsel aufwirft<sup>3</sup>.

- *künstlerisch* insbesondere auf die Wachsfadentechnik, die dank ihren optischen Effekten die Objekte von anderen Goldkunstwerken abhebt und ihnen eine spezielle Aura verleiht.

Ich stütze mich dabei auf Berichte früherer Ethnologen und Reisenden. Allerdings sind verlässliche Beschreibungen selten. Sie sind überdies meist lückenhaft, denn wer nur kurzfristig an Ort verweilte, kam kaum zu vollständigen Informationen. Nicht nur die Prozeduren selbst, sondern auch die Intervalle zwischen den verschiedenen Phasen dauerten lange, und irgendwann pflegte den auswärtigen Beobachtern der Geduldfaden zu reissen. Ja, es besteht gar der Verdacht, dass die

<sup>2</sup> Mit Ausnahme einer isolierten kleinen Gemeinschaft in Indien, siehe Anhang

<sup>3</sup> Für den Gelbguss (Bronze, Messing) gelten bei den Akan im Prinzip die gleichen Gesichtspunkte, wobei allerdings die Objekte grobgliedriger und deshalb einfacher zu giessen sind. .

Fremden absichtlich hingehalten wurden, da ihre Präsenz bei der Herstellung von bestimmten Objekten aus rituellen Gründen obsolet war<sup>4</sup>. Gewiss gibt es heute genauere Beobachtungen bei modernen Giessern, aber diese sind für die hier zu behandelnden Fragen wenig ergiebig, denn sowohl die Ansprüche an die Qualität der Erzeugnisse als auch die Herstellungsmethoden haben sich in neuerer Zeit verändert.

Die verfügbaren Daten jedoch genügen, um aus dem, was beobachtet werden konnte, Schlüsse zu ziehen auf das, was verborgen blieb. Wie ich im Folgenden zeigen werde, sind die entscheidenden Kriterien zum Verständnis der unsichtbaren Prozesse interessanterweise zwei Details, welche auf Anhieb paradox erscheinen mögen. Die Analyse dieser Paradoxien führt aber - in Anlehnung an die Methodik von Sherlock Holmes<sup>5</sup> - auf den Weg zu einer plausiblen Interpretation.

Bei den Beschreibungen der goldenen Objekte werde ich auf überschwängliche Charakterisierungen durch Adjektive im Superlativ verzichten und mich auf sachliche Gesichtspunkte beschränken. Die Bewertung der künstlerischen Qualität sei dem Leser überlassen.

---

<sup>4</sup> So berichten mehrere Forscher, dass die Orakel für eine Weiterarbeit als ungünstig befunden wurden, solange sie anwesend waren. Aber wenn sich die Besucher, um die Wartezeit zu überbrücken, einmal nach auswärts begeben hatten, fanden sie nach ihrer Rückkehr den nächsten Arbeitsschritt bereits vollzogen vor.

Die zuverlässigsten Beschreibungen stammen von Max Fröhlich (1979 und 1981), einem Schweizer Goldschmied, der längere Zeit an Ort verbrachte und mit den lokalen Giessern zusammenarbeitete.

<sup>5</sup> Das Aufmerksamwerden auf paradoxe Details, die bei einer Analyse leicht übersehen werden, ist bekanntlich die Methode von Sherlock Holmes, der berühmten Detektivfigur von Sir Arthur Conan Doyle: „*You know my method. It is founded upon the observance of trifles*“ (The Boscombe Valley Mystery).



## Einleitung

„Das Auge sieht alles, das Ich jedoch nimmt nur wahr, was es weiss<sup>6</sup>“. Wenn man die Goldobjekte ohne Vorwissen ansieht, nimmt man sie allein unter ästhetischen Gesichtspunkten wahr und erfasst nur einen Bruchteil ihrer Qualitäten. Wissen hingegen verleiht uns die Fähigkeit, auch wenig Auffälliges zu erkennen, das uns beim blossen Betrachten leicht entgeht, wohl aber relevant sein kann, wenn wir uns mit Kunstwerken von Völkern auseinandersetzen wollen, bei denen nicht allein das Resultat zählt, sondern auch der Weg, der zu diesem Resultat führt.

Wenn hier Wissen im Bereich der Goldgusstechnik vermittelt werden soll, so geschieht dies keineswegs im Sinne einer praktischen Anleitung. Das Ziel besteht vielmehr darin, Respekt zu wecken für das Können der Künstler und das bereits eingangs geschilderte Gefühl von „Bewunderung und Verwunderung – Staunen und Neugier“ zu vermitteln.

Der Erfolg der anspruchsvollen Technik beruht auf einer peinlich genauen Beachtung unzähliger Details, von denen ein Jedes langwierig durch „trial and error“ erfahren werden musste. Um diese Details soll es hier gehen.

Die überragende handwerkliche Qualität der Metallgüsse war schon den ersten europäischen Reisenden aufgefallen. Diese waren nicht nur überwältigt vom - für damalige europäische Augen – kaum vorstellbaren Reichtum an kostbarem Material, dem Überfluss an gleissender Pracht bei festlichen Anlässen und dem Pomp an königlichen Höfen<sup>7</sup>. Nicht weniger erstaunt beschrieben die Reisenden auch die hohen technischen Fähigkeiten der afrikanischen Handwerker, dank denen diese Objekte von einer Feinheit giessen konnten, die ihnen in ihren eigenen Herkunftsländern nicht erreichbar schien<sup>8</sup>.

Im Laufe der Jahrhunderte verschoben sich allmählich die Interessen der Europäer. Was die ersten Entdecker hauptsächlich faszinierte, war der schiere Materialwert des Goldes – ein Gesichtspunkt, der heute eher zurücktritt. Der Formenwelt der Afrikaner hingegen konnten sie nur wenig abgewinnen, denn für sie war diese ein Ausdruck heidnischer Abwegigkeit<sup>9</sup>, - und heute ist es gerade der formale Ausdruck, der die modernen Betrachter fesselt. Das Niveau der handwerklichen Verarbeitung weckte bei den frühen Reisenden, damals kulturell

---

<sup>6</sup> Der Satz impliziert ferner: „...das ICH kann nur wissen, was es schon gesehen hat“. Dieses Grundprinzip der Wahrnehmung ist ein hermeneutischer Zirkel – analog zum Gestaltprinzip: „*Man kann das Ganze nur verstehen, wenn man seine Teile versteht - man kann aber die Teile nur verstehen, wenn man das Ganze versteht*“. Solch ein hermeneutischer Zirkel, obwohl völlig logisch, mag auf Anhieb paradox erscheinen. Der Eindruck der Paradoxie entsteht jedoch nur wegen unserer unidirektionalen Sprachstruktur, deren Grammatik keine Möglichkeit bietet, bidirektionale Aussagen in einem einfachen Satzablauf zu formulieren.

<sup>7</sup> Entsprechende Berichte wurden in den Heimatländern als Phantasien aus Tausendundeine Nacht abgetan (Ayensu, 1997, S. 149)

<sup>8</sup> Als Beispiel: „*The Frenchman Villault de Bellefond (1666) was impressed by the skill of the Akan goldsmiths; he declared that they much surpassed those of Europe. Their lost wax castings were as delicate as filigree and all kinds of objects were made, including hat-bands (apparently for European clients) of the finest gold thread.*“ (Garrard, Gold of Africa 1989, S.44)

<sup>9</sup> Die ersten Sammlungen, die von Missionaren nach Europa gebracht wurden, dienten weniger ethnologischen Interessen, als einer Zurschaustellung der heidnischen Gräuel, vor denen die christliche Mission die Afrikaner retten wollte.

noch handwerklich geprägt, weit mehr Respekt als bei heutigen Betrachtern, welche einem Kunstwerk eher in seiner reinen Form, losgelöst vom Herstellungsprozess, begegnen.

Wir werden aber einem afrikanischen Kunstwerk nur gerecht, wenn wir nicht allein das subjektive visuelle Erlebnis in den Vordergrund stellen, sondern wenn wir auch die Leistung ihrer Schöpfer, ihr handwerkliches Können und vor allem auch ihren Willen, ein aussergewöhnliches Werk zu schaffen, gebührend würdigen. In diesem Sinne werden im Folgenden die technischen Voraussetzungen zum Erreichen der handwerklichen Meisterleistungen im Detail beschrieben.

# Metallverarbeitung durch Giessen

## Die Sonderstellung der Gusstechnik

Unter den Techniken der Metallverarbeitung hat das Giessen in allen Kulturen einen besonderen Status.

Bei allen anderen Methoden der Metallbearbeitung ist das Material des Ausgangsproduktes und des Endproduktes identisch, und die Handwerker verändern lediglich seine Form.

Beim *Hämmern* und *Punzieren* („repoussé“) z.B., werden vorgefertigte Goldplatten durch Schlagen mit geeigneten Instrumenten in die gewünschte Formen gebracht ([Abb. 5](#) und [6](#)); und im Spezialfall der *Goldplattierung* werden sie in immer dünner werdende Folien geschlagen, bis man mit ihnen hölzerne Grundformen überziehen kann ([Abb. 7](#)).

In der Technik des *Filigrens* werden Metalle zuerst zu Drähten und Granula geformt und dann die vorgefertigten Metallteile miteinander verlötet ([Abb. 8](#), siehe auch [Abb. 52](#)).

*Giessen* hingegen transformiert Material. Feste Erde (Erz) wird durch Feuerzauber zuerst in Flüssigkeit verwandelt und dann in einem dritten Aggregatzustand, der mit demjenigen des Ausgangsmaterials nichts gemein hat, neu geboren. Diese Transformationen machen begreiflich, dass das Giessen für die Menschen seit je von einer magischen Aura umgeben war. Aber noch in anderer Hinsicht spielt Magie beim Giessen eine wichtige Rolle: Während nämlich bei den anderen Verfahren, sowohl beim Hämmern wie beim Verlöten vorgefertigter Teile, die Handwerker jedes einzelne Verarbeitungsstadium beobachten und in jedem Stadium korrigierend eingreifen können, finden beim Giessen die entscheidenden Phasen des Prozesses im Verborgenen statt. Der Einfluss der Giesser beschränkt sich auf die Einhaltung von Regeln („Geheimnissen“), und da trotz sorgfältigster Beachtung dieser Regeln ein Erfolg keineswegs gesichert ist, liegt es nahe, überirdische Kräfte in das Verfahren einzubeziehen<sup>10</sup>.

So bilden Giesser in allen Kulturen besondere Gilden, die die Regeln kennen und sie geheim halten. Der Verkehr, den sie mit Geistern, Ahnen und Göttern pflegen, stellt sie den Priestern und Magiern nahe und verschafft ihnen einen speziellen sozialen Status<sup>11</sup>. Dieser reflektiert die Klassenstruktur der jeweiligen Gesellschaft.

---

<sup>10</sup> „..... the Akan smith could not perform work without ritual preparations. He had to purify himself by washing all over, and abstain from sexual relations for a time. He then recited a prayer to the forge. An egg was broken and the yolk and white rubbed on the bellow and on a bucket kept nearby- Palm wine was also poured on these articles. A chicken was killed and its blood rubbed on the bellows and allowed to drop in the stone that usually served as an anvil. This sacrifice was made to ensure a successful casting, and a piece of flesh was sometimes hung in a wicker basket nearby as an offering to the forge. The smith's tools were believed to possess special powers and great care was taken to prevent them from becoming defiled. Women could never become goldsmiths and were forbidden to touch a goldsmith's equipment.“ (Garrard, 1980, p.117)

<sup>11</sup> “Frequently the smiths were feared for their supposed command of supernatural powers, being regarded as magicians or sorcerers who had dealings with the spirits.“ (Garrard, 1980, p. 102).

Bei den Akanvölkern, z.B., gehören die Giesser von Buntmetall<sup>12</sup>, die Gegenstände für den täglichen Gebrauch herstellen<sup>13</sup>, vorwiegend zu den niedrigeren Schichten. Die Goldgiesser hingegen standen der Oberschicht an den Königshöfen nahe, zumindest solange ihre wertvollen Werke den Machthabern vorbehalten waren<sup>14</sup>. Demgegenüber sind bei weiter nördlich lebenden Völkern des Sahels und Nordafrikas, wo Goldschmuck auch dem gemeinen Volk zusteht, die Goldschmiede auch in den unteren Gesellschaftsschichten vertreten<sup>15</sup>.

Wenn im Folgenden versucht wird, die Grundlagen des Könnens und der Erfahrung zu beschreiben, so muss betont werden, dass dies vom Gesichtspunkt eines wissenschaftlich denkenden Europäers aus geschieht, der sich an Leser mit ebensolcher Denkweise wendet. Die Wege, auf denen die Afrikaner an die Probleme herangehen, sind anders und Fremden nicht ohne weiteres zugänglich.

## Das Wachsausgussverfahren

Die Technik des Wachsausgussverfahrens ist seit mehreren tausend Jahren bekannt und weit verbreitet. In China, Mesopotamien, Ägypten, der ägäischen Kultur, Mitteleuropa, aber auch im präkolumbianischen Süd- und Mittelamerika findet man in solcher Weise gegossene Objekte, und die Frage bleibt offen, ob die Technik jeweils von Ort zu Ort tradiert worden ist oder ob sie sich an jedem Ort selbstständig entwickelt hat.

Das Verfahren besteht im Prinzip aus drei Phasen, die eine gegebene Form passieren muss (**Schema 1**):

1. Provisorische Positivform (Wachsmodell)
2. Negativform (Hohlform in Tonmantel)
3. Definitive Positivform (Metallobjekt)

Das Wachsausgussverfahren heisst auch „Giessen in der verlorenen Form“ („cire perdue“, „lost wax“), denn sowohl das Wachsmodell als auch der Tonmantel gehen verloren. Beide werden im Verlauf des Gussprozesses zerstört, und deshalb ist jedes Endresultat, d.h., jede definitive Positivform, ein Unikat.

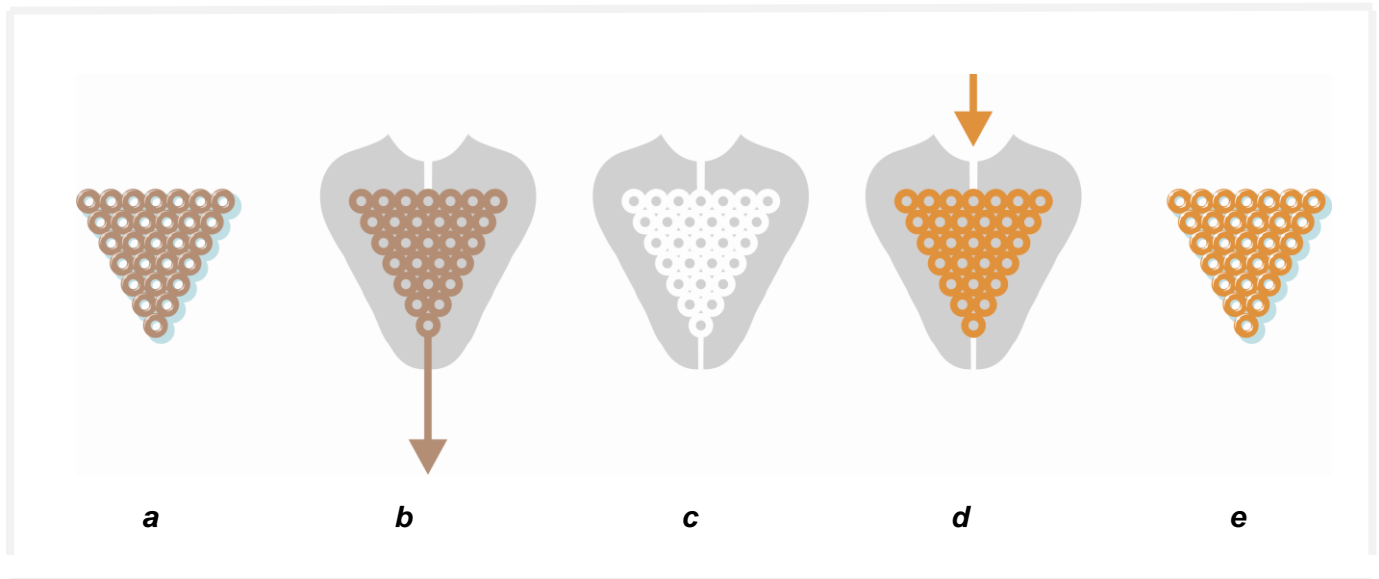
---

<sup>12</sup> Legierungen von Kupfer, Zink, Zinn, Blei u.a.

<sup>13</sup> Z.B. Geräte für den Umgang mit Goldstaub, der im Handel als Währung galt bis zur Gold Dust Ordinance (1889): Gewichte zum Wägen, Gefässe zur Aufbewahrung, etc.

<sup>14</sup> *“In some areas they attached themselves to chiefs and acted as counsellors. Elsewhere they were despised and set apart from the rest of the community, some being captives taken in war.”* (Garrard, 1980, p. 102)

<sup>15</sup> In manchen nordafrikanischen Ländern, in denen die Religion den Muslim nur das Bearbeiten von Silber, nicht aber von Gold gestattet, sind die Goldschmiede Juden, d.h. Angehörige einer minderberechtigten Klasse

**Schema 1: Prinzip des Giessens im Wachsausgussverfahren**

- a. Das Modell des geplanten Objektes wird aus Wachs geformt (provisorische Positivform).
- b. Das Wachsmodell wird mit einem Mantel aus Lehm umhüllt. Dieser wird erhitzt, bis das Wachs flüssig wird und ausfließt.
- c. Das Wachsmodell ist „verloren“. Der leere Raum hat die Form des geplanten Objektes (Negativform).
- d. Die Negativform wird mit flüssigem Metall aufgefüllt.
- e. Der Tonmantel wird zerstört, und was übrig bleibt, ist eine exakte Metallkopie des Wachsmodells (definitive Positivform).

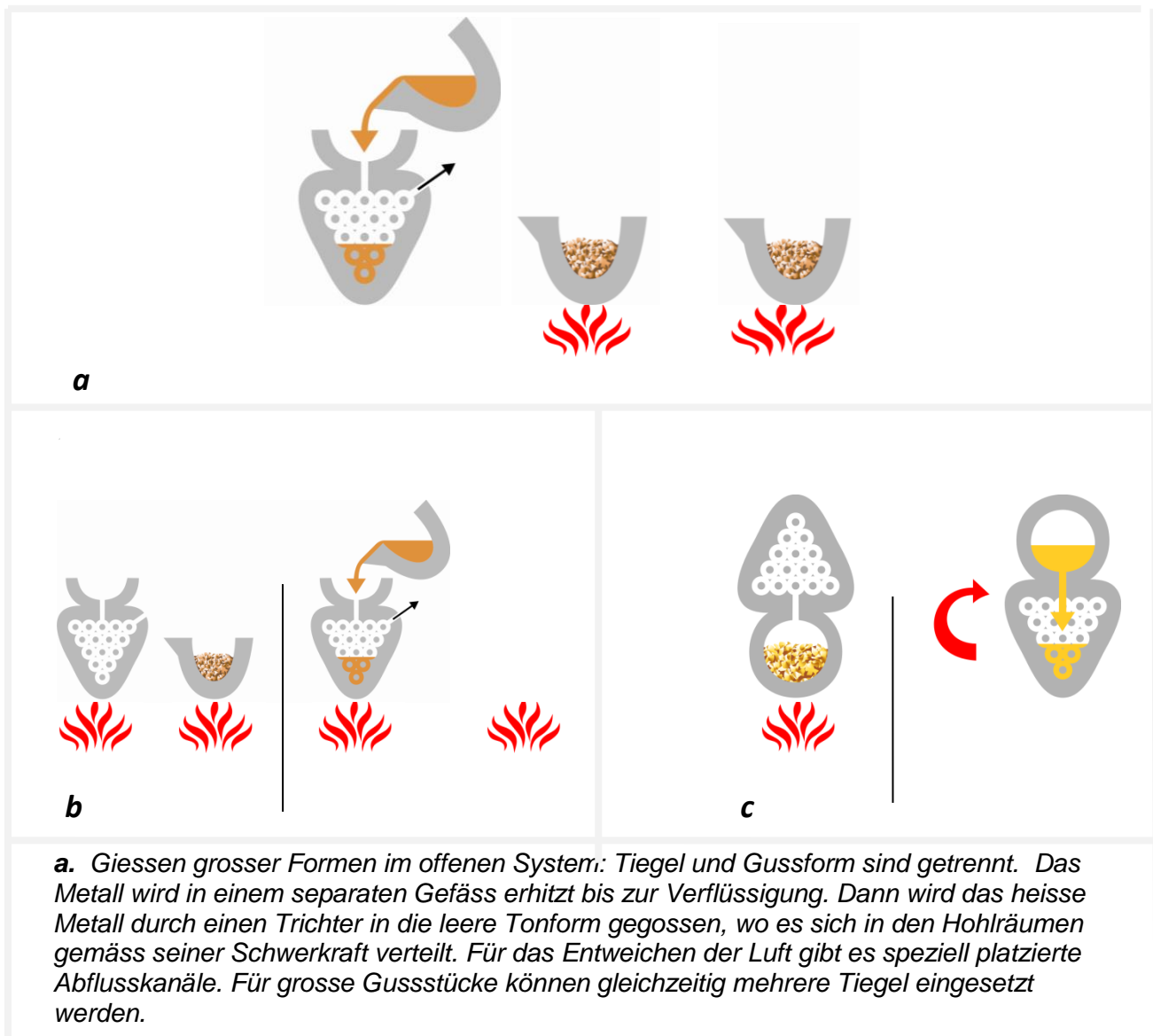
**Warum?****Was sind die Gründe für die Wahl des Wachsausgussverfahrens**

Das Giessen in *der verlorenen Form* hat den Vorteil, dass die Künstler bei der Gestaltung eines Werkes völlig frei sind. Die Planung ihrer Formen wird nicht durch die Forderung eingeschränkt, den Tonmantel nach dem Guss intakt zu erhalten, um ihn mehrmals nutzen zu können. Der Nachteil, dass sie von einem gegebenen Modell nicht mehrere Abgüsse machen können, fällt für die Akangiesser nicht ins Gewicht, da eine bestimmte Arbeit nur für einen bestimmten Auftraggeber und für einen bestimmten Anlass geschaffen wird.

## Vor-und Nachteile verschiedener Gussverfahren

Für die Einspeisung des Metalls in die Hohlform gibt es zwei verschiedene Verfahren. Die konventionelle Methode ist das Giessen im *offenen System*, bei dem das Metall in separaten Gefässen erhitzt und in flüssigem Zustand in die Hohlform eingefüllt wird (**Schema 2a** und **b**).

### Schema 2: Methoden des Wachsausgussverfahrens



**a.** Giessen grosser Formen im offenen System: Tiegel und Gussform sind getrennt. Das Metall wird in einem separaten Gefäss erhitzt bis zur Verflüssigung. Dann wird das heisse Metall durch einen Trichter in die leere Tonform gegossen, wo es sich in den Hohlräumen gemäss seiner Schwerkraft verteilt. Für das Entweichen der Luft gibt es speziell platzierte Abflusskanäle. Für grosse Gussstücke können gleichzeitig mehrere Tiegel eingesetzt werden.

**b.** Giessen kleiner Formen im offenen System: Nicht nur der Tiegel, sondern auch die Gussform muss erhitzt werden, damit sich das dort einfließende Metall nicht abkühlt und erstarrt.

**c.** Giessen im geschlossenen System: Tiegel und Gussform sind vereint. **Links:** Der Tiegel wird mit kalten Metallbrocken gefüllt und dann mit dem Objektmantel dicht verbunden. Die nunmehr geschlossene Gussform wird gesamthaft erhitzt, bis das Metall schmilzt. **Rechts:** Dann wird die Gussform um 180 Grad gewendet, damit die Metallschmelze in die Negativform fließen kann. Für die Luft existieren in einer geschlossenen Form keine speziell geformten Ausflusskanäle.

Das andere Verfahren – das speziell bei den Akan und einigen benachbarten Völkern ausgeübt wird - ist das Giessen im *geschlossenen* System. Hier wird das Metall in kaltem Zustand im Innern einer Hohlform eingeschlossen und dann zusammen mit der Gesamtform erhitzt (**Schema 2c**).

### Offenes System

Beim offenen System ist die Grösse der Objekte, die sich damit giessen lassen, gegen oben praktisch unbegrenzt. Man kann viele Tiegel gleichzeitig erhitzen und deshalb auch grosse Hohlformen auffüllen. Grosse Metallmengen sind hier geradezu ein Vorteil: Zum einen heizen sie dank ihrer hohen Wärmekapazität die Gussform auf und reduzieren so die Gefahr einer Abkühlung der Schmelze beim Einfließen. Zum andern ist bei ihnen die Schwerkraft genügend gross, um die Verteilung des Metalls in der Hohlform zu befördern.

Bei kleinen Objekten jedoch ist die Metallmenge klein, und dies impliziert: klein in ihrer Wärmekapazität und klein im Gewicht. Die einfließende Schmelze kühlt sich schnell ab, und wenn man sie flüssig erhalten will, muss man den Tonmantel mittels einer zweiten Feuerquelle aufheizen. Auch reicht bei kleinen Metallmengen die Schwerkraft nicht aus, um in engen Hohlräumen den Fliesswiderstand zu überwinden. Deshalb liegen die Einsatzmöglichkeiten eines offenen Systems vorwiegend im Bereich von grobgedruckten Objekten.

### Geschlossenes System

Das geschlossene System hingegen ist ein Mittel zum Giessen von ultrafeinen Strukturen. Da Tiegel und Gussform zusammen erhitzt werden, hat die Schmelze genau die gleiche Temperatur wie der Tonmantel, und dies unterstützt ihr Einfließen in enge Hohlräume. Ausserdem bildet die geschlossene Form eine Kammer, in der sich ein hoher Innendruck entwickeln lässt. Mit speziellen Methoden kann man diese sogar unterteilen in Unterkammern mit verschiedenem Druck und die Druckdifferenz ausnützen zum Einpressen der Schmelze in ultrafeine Hohlräume. Das geschlossene System erfüllt somit zwei Aufgaben, nämlich eine „*Temperaturlausgleich-funktion*“ und eine „*Druckdifferenz-funktion*“.

Dank diesen beiden Eigenschaften gelingt es im geschlossenen System, Werke durch Giessen zu erzeugen von einer Feinheit, die sonst nur in Filigrantechnik erzielt wird. Allerdings ist bei dieser Methode die Grösse der Objekte begrenzt auf solche, die so klein sind, dass man die benötigte Metallmenge in einem einzigen Arbeitsgang einfüllen und schmelzen kann.

Das Giessen im geschlossenen System ist magischen Einflüssen in besonderem Ausmasse ausgesetzt. Denn während beim offenen System zumindest ein Teil des Weges vom Erz über die Flüssigkeit zum fertigen Metallobjekt beobachtet – und allenfalls beeinflusst - werden kann, findet beim geschlossenen System der gesamte Vorgang im Verborgenen, im tiefsten Geheimnis, statt.

### **Warum?**

#### **Was könnte der Grund sein, dass die Akangiesser das geschlossene Giesssystem bevorzugen?**

Für das Giessen ihrer ultrafeinen Objekte ist es von grossem Vorteil, wenn Gussform und Schmelze auf die genau die gleiche Temperatur gebracht werden können (und dies mit einer einzigen Feuerstelle). Ferner ist die Aufbaumöglichkeit von Druckkammern mit Druckdifferenzen essentiell für das Giessen in engen Hohlräumen. Demgegenüber fällt der Nachteil, nur kleine Objekte giessen zu können, nicht ins Gewicht, da allfällige Einschränkungen weit mehr durch den Preis des Goldes bedingt werden.



# Das Wachsausgussverfahren im geschlossenen System

## Materialien

Beim Giessen in der verlorenen Form müssen die Materialien einander entgegengesetzten Ansprüchen genügen. Denn wenn in manchen Produktionsphasen die eine Eigenschaft verlangt wird, so wird von ein und demselben Material in anderen Phasen gerade deren Gegenteil gefordert.

## Wachsmodell

Das Rohmaterial muss einerseits genügend geschmeidig sein, damit man es ohne Rissbildungen biegen kann, andererseits aber rigide genug, um beim Manipulieren die einmal gegebene Form nicht zu verlieren. Zur Erzeugung glatter Oberflächen muss es einerseits leicht verstreichbar sein, darf aber andererseits das zu bearbeitende Gebilde weder verkleben noch verschmieren. Solche Bedingungen erfüllt Bienenwachs, da seine plastischen Eigenschaften durch einfache Temperaturänderungen leicht veränderbar sind – und dies mit ausgesprochen kurzen Reaktionszeiten.

Die Giesser brauchen Wachs, das bei der üblichen Umgebungstemperatur eher hart ist, denn sie haben keine Mittel, durch Abkühlung die Rigidität zu steigern (siehe [Abb. 4b](#)). Die Geschmeidigkeit und Verstreichbarkeit hingegen können sie steuern durch Benetzen mit warmem Wasser oder Speichel. Auch lassen sich Einzelteile leicht miteinander verlöten; denn es genügt, einen erhitzten Metalldraht in die Nähe der Verbindungsstelle zu bringen.

Klimatische Bedingungen spielen eine grosse Rolle. Die Giesser wissen genau, welche Arbeitsschritte sie bei welchem Wetter und zu welcher Tageszeit (d.h. bei welcher Temperatur und welcher Luftfeuchtigkeit) ausführen können, Sie wissen auch, welches Wachs von welcher Bienenart in ihrer Gegend taugt und wie man es von all den Fremdsubstanzen befreit, die das spätere Ausfliessen aus den Hohlräumen behindern könnten.

## Lehmmantel

Auch die Materialien zum Umhüllen des Wachsmodells müssen gegensätzliche Aufgaben erfüllen. *Vor* dem Giessen muss das Hüllmaterial schmiege- und biegsam sein, um sich dem Wachsmodell lückenlos und ohne Risse anzulegen. *Während* des Gusses muss die Hülle fest und widerstandsfähig sein, um den wechselnden Spannungen standzuhalten, mit denen man beim Trocknen, Brennen und Einfliessen des glühenden Metalls rechnen muss. *Nach* dem Guss jedoch sollte der Lehmmantel leicht zerbrechlich sein, damit man ihn schadlos vom Metallobjekt lösen kann.

Diese Aufgaben lösen die Handwerker, indem sie die antagonistischen Eigenschaften auf verschiedene Schichten verteilen. In jeder Schicht werden dem Lehm andere Fremdsubstanzen beigemischt, und zwar so, dass die innersten – objektnahen - Schichten anpassungsfähig werden und später leicht in feine Krümel zerfallen, die äussere Hülle hingegen formfest und widerstandsfähig bleibt.

Die einen Fremdsbstanzen sind inerte Materialien und haben die Aufgabe, im frischen Lehm Risse zu verhüten, wenn er bei Zugabe von Wasser quillt und beim Trocknen wieder schwindet. Dies erreicht man durch Zumischung von quellunfähigem *anorganischem* Material (z.B. bereits gebranntem, fein gemahlenem Ton oder Sand), wobei der frische Lehm eigentlich nur als Bindemittel für die inerten Substanzen dient.

Andere Beimengungen bestehen aus Material, das bei Erhitzung verbrennt, d.h. *organischen* Substanzen.

Für die innerste Schicht, die direkt mit dem Wachsmodell in Kontakt kommt, wird dem Lehm fein gemahlene Holzkohle beigemischt. Diese verhält sich in der Phase des Auftragens – bei niedrigen Temperaturen - wie eine inerte Substanz und dient als Schutz gegen das Schwinden. In der Phase des Giessens hingegen verglüht sie und hinterlässt ein poröses Tongerüst. Je feiner die Holzkohle gemahlen wurde, desto feiner werden die Poren während des Giessens und desto feiner wird die Oberflächenstruktur des fertigen Gussstückes.

Für die äusseren Hüllschichten werden gröbere Materialien (wie z.B. Pflanzenfasern, Tierhaare, getrockneter Mist u. ä.) in den Lehm eingearbeitet. In den Phasen mittlerer Temperatur (d.h. dem Härten durch Trocknen, dem leichten Erhitzen für das Auslaufen des Wachses) stabilisieren sie die Hülle gegenüber Spannungen, während in der extrem heissen Gussphase auch sie zu Asche verbrennen. Die resultierenden Poren werden grösser als in den innersten Lagen, die Hüllschicht wird lockerer und – wichtig für das Entfernen nach dem Guss - zerbrechlicher.

Die Vorbereitung der Materialien erfordert weit mehr Zeit als das Formen des Lehmmantels, denn die dabei aufgewendete Mühe entscheidet über das Gelingen des Gusses. Nur bei gleichbleibender Lehmqualität können die Giesser Erfahrung im Beimengen von Zusatzmaterial gewinnen, und nur bei standardisierten Zumischungen gelangen sie zu Erfahrung in der Steuerung der Giessprozedur.

Die Handwerker kennen die Stellen, an denen sie Lehm von gewünschter Feinheit, mit genau richtiger Korngrösse und arm an unerwünschten Fremdsbstanzen entnehmen können, bis auf wenige Quadratmeter genau. Die Lehmbrocken zerkleinern sie, zerstampfen sie in Mörsern und mahlen sie ausgiebig zwischen Mühlsteinen, sieben sie und reinigen sie mit peinlicher Sorgfalt von verbliebenen Unreinheiten. Dann stampfen und kneten sie die Lehmmasse mit den jeweiligen Zusätzen weiterhin stundenlang, und diese Prozeduren wiederholen sie, bis die letzte Luftblase ausgetrieben und die Durchmischung völlig homogen geworden ist. Schon kleinste Mängel bei den Vorbereitungsarbeiten bergen die Gefahr des Misserfolges, denn bei den hohen Gusstemperaturen wird das Material enormen Spannungen ausgesetzt.

Die Instrumente zum Formen des Wachses sind im Wesentlichen die Finger. Für Spezialaufgaben werden zwar Instrumente benutzt, doch sind diese extrem einfach: Zum Rollen von Wachsfäden ein Unterlagebrett und ein flacher Holzspatel; zum Ritzen von Feinstrukturen, das was gerade vorhanden und spitzig ist, Nägel, abgebrochene Klingen, zugeschnittene Kalebassenteile, etc. ([Abb. 4a](#)).

Für einen *Vollguss* modellieren die Handwerker ihre Figur entweder als Ganzes aus einem Block heraus, oder sie formen sie in Einzelteilen und löten diese dann zusammen ([Abb. 9](#)).

Bei *Hohlgüssen* ([Abb. 10, 11, 12](#)) wird die Wachsform als Hülle über einem Kern aus Ton aufgebaut.

Dem fertigen Wachsmo­dell werden als Platzhalter für die *Zuflusskanäle* zylinderförmige Wachsstränge angefügt (**Schema 3**). Bei der Wahl der Stellen, an denen solche Kanäle platziert werden sollen, muss man den Weg vorausahnen, auf dem sich das flüssige Metall in den Hohlräumen verteilen wird. Da die Eingüsse, die nachträglich abgefeilt werden, störende Narben hinterlassen, können den technischen Gesichtspunkten jedoch ästhetische Ansprüche entgegenstehen. Das Endergebnis ist deshalb meist ein Kompromiss (Beispiel [Abb. 20d](#)).

Im Spezialfall *der ultrafeinen Strukturen* ist allein schon die visuelle Kontrolle der Manipulationen schwierig. Es fragt sich, wie es bei Strukturen in der Größenordnung von weniger als 0.5 mm. überhaupt möglich ist, ohne optische Hilfsmittel (Lupen, Mikroskope) zu arbeiten. Vermutlich nützen die Handwerker den Vergrößerungseffekt von kleinen Arbeitsabständen aus, was bedeuten würde, dass sich nur Personen eignen, die ohne Brille dicht an ein Werkstück herangehen können, d.h. Kinder oder Heranwachsende (die mit ihren Augen noch auf sehr kurze Distanzen akkommodieren können), oder solche mit kurzsichtigen Augen (die auch noch im Alter nahe Objekte ohne Brille scharf sehen).

Auch beim Manipulieren von ultrafeinen Wachsgebilden steigen die Anforderungen an die Handwerker. Dabei geht es nicht nur – was selbstverständlich ist - um genau abgestimmte Bewegungen der Finger. Ebenso viel Präzision erheischt die Regulierung der Verarbeitungstemperatur. Bei ultrafeinen Gebilden übertragen sich Erwärmungen rasch auf deren ganzes Volumen, was das Modellieren zwar erleichtert, jedoch auch die Gefahr von unbeabsichtigten Verformungen birgt. Die Geschicklichkeit der Handwerker misst sich daran, dass sie die Temperatur mittels benetzender Flüssigkeiten und erhitzter Metallstäbchen so zu steuern wissen, dass es ihnen gelingt, Wachsgebilde von nur 0,2-0,4 Millimeter Durchmesser zu bearbeiten ohne sie zu zerquetschen, sie aneinander zu löten ohne sichtbare Verbindungsstellen, und winzige Strukturelemente auf hauchdünne Schichten zu schmelzen, ohne dass benachbarte Teile dabei zerfließen.

## Aufbau der Lehmhülle

### Bauplan

Der Lehmmantel wird, wie bereits erwähnt, in mehreren Lagen aufgebaut (**Schema 3**). Die erste wird zur Schonung des empfindlichen Wachsmodells als halbflüssige Schicht aus feinstem Lehmgemisch mit hohem Holzkohleanteil (Schlick) aufgebracht. Beim Auftrag der folgenden Lagen wird die Holzkohle durch gröberes Fasermaterial ersetzt, der Feinheitsgrad des Gemisches wird sukzessive reduziert, und mit dem gröberen Material wird Schicht für Schicht eine widerstandsfähige Hülle geschaffen. Über dem Einfüllstutzen wird sie ausgeweitet und zu einem Trichter gestaltet.

Bei diesem Vorgehen werden die Gussformen nach jedem Schritt immer wieder getrocknet und allfällige Risse sorgfältig ausgekittet. Schliesslich erwärmt man die fertige Gussform sanft, wendet sie und giesst das kostbare Wachs zur Wiederverwendung aus.

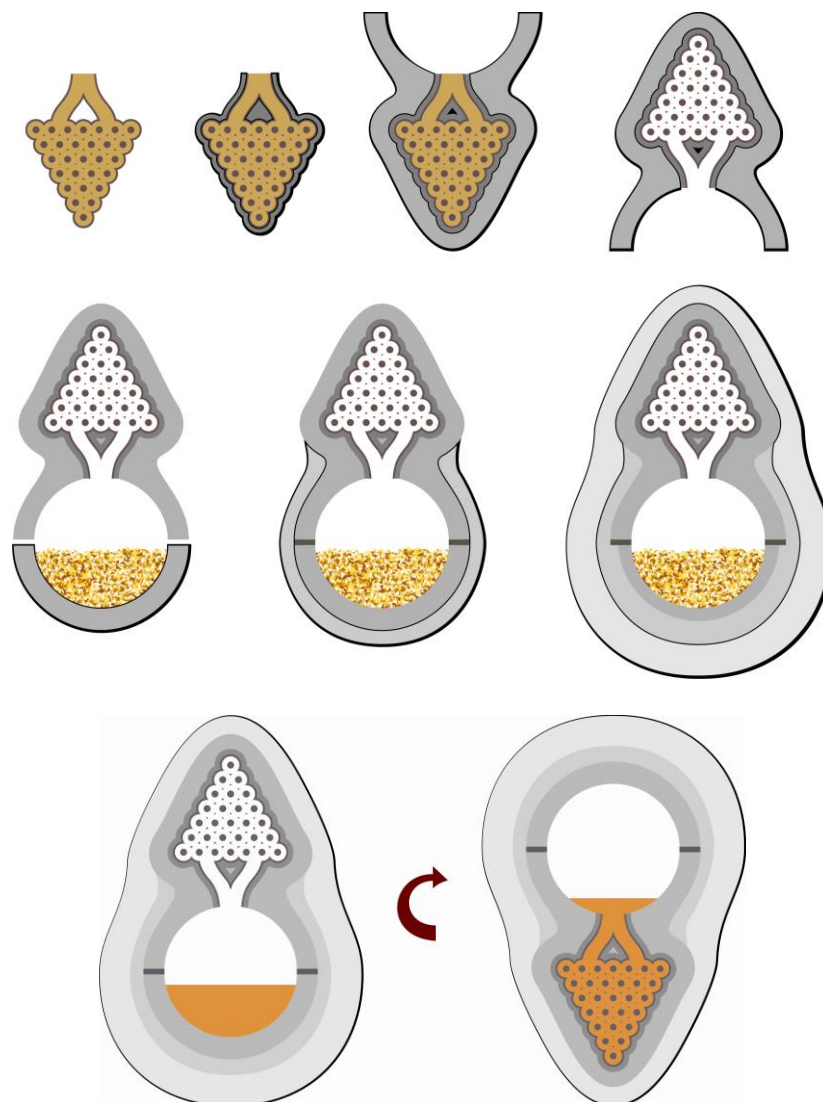
Dann formt man separat eine halbkugelige Kalotte als Tiegel, füllt diesen mit der Gusspeise<sup>16</sup> und fixiert ihn durch eine zusätzliche Umkapselung aus Faser-Lehm am Trichter. Abgeschlossen wird das Ganze mit weiteren Lehmschichten, welche Tiegel und Objektmantel gesamthaft umhüllen.

Die fertige Gussform besteht somit aus zwei Komponenten, dem *Objektmantel* mit der Negativform und dem *Tiegel* mit der Gusspeise, beide verbunden durch den Hals mit dem Zuflusskanal. Jede der beiden Komponenten – und dies ist für das Verständnis des Gussprozesses wichtig - hat andere Wandeigenschaften. Der Objektmantel enthält eine feinkörnige innere Hülle mit integrierter Holzkohle und eine feste äussere Schicht aus Faser-Lehmgemisch. Der Tiegel hingegen besteht in all seinen Schichten aus dem gleichen widerstandsfähigen Faser-Lehm. Seine Wandung ist dicker als diejenige des Objektmantels, denn sie enthält zusätzlich die umkapselnde Schicht, welche die Verbindung mit der Gussform sichert.

---

<sup>16</sup> Für Goldobjekte sind dies Goldstaub, Goldklumpen („Nuggets“), alte Fehlgüsse, wieder einzuschmelzender Schmuck, für mindere Stücke auch Fremdmetalle. Für den sogenannten Gelbguss dienen Gegenstände und Altmetall aus Messing und/oder Bronze.

### Schema 3: Der Ablauf des Giessens im geschlossenen System



**Oben:** Einbetten des Wachsmodells:

Das provisorische Positivmodell mit Hilfssträngen für die Eingüsse wird aus Wachs geformt. Darüber wird eine Grundschrift aus feinstkörnigem Holzkohle-Lehmbrei aufgebracht. Dann folgt ein stärkerer Schutzmantel aus Faser-Lehmgemisch, dem der Eingusstrichter angefügt wird. Der Lehmmantel wird erhitzt und dann gewendet, damit das Wachs ausfließen kann. Bei allen weiteren Prozeduren bleibt die Trichteröffnung unten, um ein unerwünschtes Eindringen von Krümeln in die Negativform zu verhindern

**Mitte:** Aufbau des Tiegels:

Eine Kalotte, die präzise auf den Trichter passt, wird vorbereitet und mit einer abgemessenen (resp. abgeschätzten) Menge von Metallbrocken gefüllt. Dann werden Kalotte und Trichter durch eine zusätzliche Faser-Lehmhülle miteinander verbunden. Die Wandung des Tiegels wird somit dicker als diejenige des Objektmantels. Abschliessend wird die gesamte Gussform mit weiteren soliden Faser-Lehmschichten gesichert

**Unten:** Gussprozess:

Das Metall im Tiegel wird erhitzt bis zur Verflüssigung. Dann wird die Form gewendet, und die Schmelze strömt in die Negativform

### **Dosierung der Kräfte beim Applizieren des Lehmgemisches**

Um das fragile Wachsmo­dell beim Einbetten in die Lehmschicht zu schützen, müssen die Kräfte - insbesondere im Falle der ultrafeinen Objekte – wohlüberlegt appliziert werden. Da *tangentiale* Schubkräfte (Kraftvektoren parallel zur Oberfläche) empfindliche Wachsgel­bilde verschieben und verformen, müssen alle grösseren Kräfte *orthograd* (Vektoren senkrecht zur jeweiligen Oberfläche) eingesetzt werden.

Für die erste Deckschicht wird deshalb der Schlick nicht flächig aufgestrichen, sondern senkrecht gegen die Oberfläche gesprengt (z.B. mit Vogelfedern). Wo sich tangen­tielle Kräfte nicht vermeiden lassen, werden sie durch Blasen mit dem Mund fein dosiert.

Bei Auftragen der späteren Hüllschichten ist das Wachsmo­dell zwar weniger gefährdet, aber da das Material aus Faser- Lehm­gemisch nun zäher ist, gilt es auch hier, strikte auf eine Trennung der orthograden und tangentialen Kraftvektoren zu achten. Die Giesser applizieren den Lehm in Klümpchen von etwa gleicher Grösse, um über der ganzen Oberfläche, mit all ihren Krümmungen, eine Schicht von gleichmässiger Dicke zu erzielen. Diese Klümpchen werden, gemäss der Vektorenregel, zunächst in senkrechter Richtung zur Oberfläche auf die der Grunds­chicht gesetzt und dann seitlich nur noch mit schwachen tangentialen Kräfte verstrichen.

### **Giessprozess**

Als Öfen dienen feuerfeste Gefässe, Metallkanister, aufgeschichtete Ziegel, Gruben in der Erde, d.h., was immer Holzkohle aufnehmen und mit einem Blasebalg verbunden werden kann ([Abb. 3c](#)). Die Giesser setzen die Gussform, mit dem metallgefüllten Tiegel nach unten, in die heisse Glut und erhitzen sie. Sobald eine Verfärbung des Tons anzeigt, dass die Schmelztemperatur erreicht ist, packen sie die Form mit einer langen Greifzange am Hals, schwenken sie leicht hin und her, und wenden sie dann in schneller Drehung ([Abb. 3d](#)). Wenn weitere Farbänderungen anzeigen, dass das Metall in den Objekthohlraum eingeströmt ist, lassen sie das Ganze erkalten.

Dies sind die Prozeduren, die Zuschauer bei einem geschlossenen System beobachten können. Was aber im Innern der Gussform geschieht - nämlich das, was schliesslich über Gelingen und Misserfolg des Gussprozesses entscheidet - entzieht sich der visuellen Kontrolle.

### **Die Vorgänge im Verborgenen**

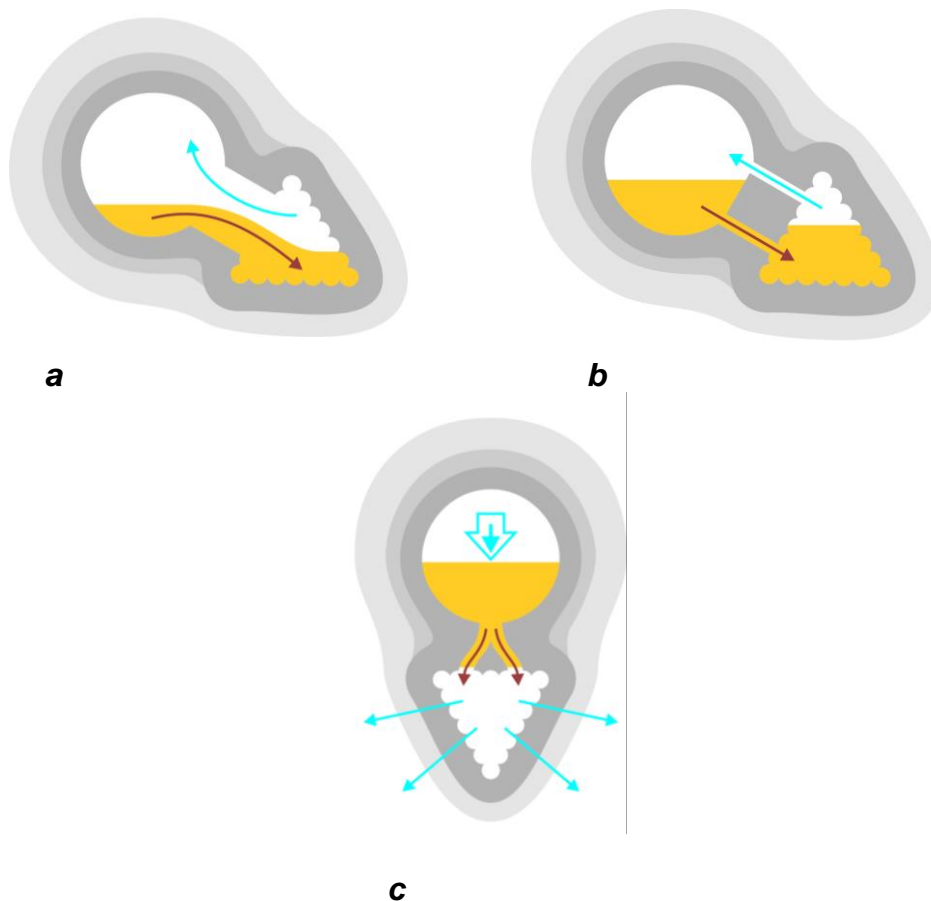
Da das, was im Inneren eines geschlossenen Systems abläuft, unsichtbar ist, bleibt nichts übrig, als darüber Hypothesen aufzustellen und dann zu prüfen, ob diese mit dem – sichtbaren - Aufbau der Gussformen kompatibel sind.

## Steuerung der Metall- und Luftverschiebungen

### Verschiebungswege

Wie verteilt sich das flüssige Metall in den Hohlräumen der Negativform? Wohin entweicht die dortige Luft? Dafür kann man sowohl interne als auch transmurale Verschiebungswege postulieren.

#### Schema 4: Hypothesen zur Luftverschiebung beim Wenden der Gussform



**a** Hypothese eines internen Austauschsystems mit Ein- und Ausguss im gleichen Kanal: Luft und Schmelze fließen im Gegenstrom durch den gleichen Verbindungskanal. Dazu muss dessen Lumen genügend weit sein und deshalb hinterlässt er nach dem Abfeilen der Metallreste am fertigen Objekt entsprechend grosse Narben.

**b**: Hypothese eines internen Austauschsystems mit mehreren Verbindungskanälen: Ein Teil der Kanäle dient für das Einfließen der Schmelze in die Negativform, der andere für den Transfer der Luft in den Tiegel. Um sie für diese gegensätzlichen Aufgaben zu getrennt zu halten, müssen ihre Mündungen weit auseinanderliegen.

**c**: Hypothese eines transmuralen Luftaustritts: Im hier gezeigten Beispiel ist die Wandung des Objektmantels porös, diejenige des Tiegels hingegen dicht. Aus der Negativform entweicht die Luft durch die Poren, im Tiegel wird das Volumen des ausgetretenen Metalls durch die Ausdehnung der erhitzten Luft ausgeglichen. Wenn die Metallflüssigkeit den Einguss blockiert, entstehen zwei Kammern, die unter verschiedenem Druck stehen.

Bei der Hypothese eines *internen Austauschs* würde die Luft retrograd in den Tiegel entweichen. Der eine Weg dorthin könnte der *gleiche* Kanal sein, durch den die Schmelze in die Negativform einströmt (**Schema 4a**), was voraussetzen würde, dass sowohl dieser Kanal, als auch alle Verbindungswege in der Negativform so weit sind, dass sich die beiden Ströme störungsfrei kreuzen können. Beim Wenden müsste die Gussform so langsam und bedächtig bewegt werden, dass keine Blockade auftritt. Das Verfahren würde sich somit nur für grobgedrigte Objekte eignen, bei denen genügend weite Verbindungswege verhindern, dass Luftblasen eingeschlossen bleiben.

Ein anderer Weg wäre der Austausch von Luft und Metall durch *getrennte* Kanäle (**Schema 4b**), bei denen in jedem Verbindungsweg nur noch eine einzige Strömungsrichtung existiert. Bei einer richtigen Wahl der Anzahl von Kanälen und ihrer Platzierung am Objekt, könnte man so feingliedrige und vielfach verzweigte Formen ausgießen. Für die Wirksamkeit solcher Systeme entscheidend wäre eine genügende Trennung der Mündungen am Tiegel. Ferner wäre es beim Wenden auch hier wichtig, die Form langsam zu bewegen, damit sich ein Kanal nach dem andern füllen kann.

Die Hypothese eines *transmuralen* Weges schliesslich postuliert einen Austritt der Luft durch die Poren, die im Tonmantel beim Verbrennen der organischen Substanzen entstehen. Damit entfällt die Notwendigkeit eines Lufttransfers aus der Negativform zurück zum Tiegel, und es genügt ein einziger Verbindungskanal, nämlich der Zuflusskanal für die Schmelze (**Schema 4c**). Dieses System ermöglicht es zudem, durch einen unterschiedlichen Wandaufbau im Tiegel und im Objektmantel Druckdifferenzen zu generieren. Deshalb wohl hat sich die transmurale Technik – wie wir später noch erläutern werden - für den Guss feingliedriger Objekte schliesslich etabliert.

### **Antriebskräfte und Widerstände**

Was treibt die Metallschmelze voran? Woher kommen die Kräfte und woher stammen die Widerstände?

Bei *grobgedrigen* Gussstücken spielt der Reibungswiderstand zwischen der einströmenden Flüssigkeit und der Wandung der Hohlform eine untergeordnete Rolle, und als Kraft zur Bewegung der Schmelze kann die Schwerkraft genügen<sup>17</sup>. Bei *ultrafeinen* Strukturen mit ihren extrem engen Kanälchen hingegen wird der Reibungswiderstand enorm hoch an<sup>18</sup> und zusätzliche Antriebskräfte müssen deshalb die Schwerkraft unterstützen.

---

<sup>17</sup> Siehe Anhang

<sup>18</sup> Der Widerstand steigt invers zur 4. Potenz des Radius, was bedeutet, dass z.B. bei einer Halbierung des Radius der Widerstand um das Sechzehnfache steigt. Diese Formel gilt aber nur für ideale Flüssigkeiten und glattwandige Oberflächen, bei zähflüssigem Metall und rauen Wandungen können die Widerstände mehrfach höher sein. Um sich eine Vorstellung von den Fließwiderständen zu machen, versuche man, mittels einer Injektionsspritze Wasser durch eine Kanüle mit einem Lumen von 0,3 mm (dem Durchmesser der ultrafeinen Fäden der Akangiesser) zu pressen und wiederhole den Versuch mit einer Kanüle von doppeltem Durchmesser.



Eine davon ist die *kapillare Anziehung*, welche Flüssigkeit in allerfeinste Kanälchen hineinzieht<sup>19</sup>. Ihre Grösse ist im Gussstück durch den Querschnitt der Lumina und die Adhäsionsfähigkeit der Metallflüssigkeit vorgegeben und lässt sich vom Giesser nicht weiter beeinflussen.

Was man jedoch steuern kann, sind Druckgefälle. Dazu benutzen moderne Goldschmiede in den industrialisierten Ländern ausgefeilte technische Apparate wie Zentrifugalschleudern oder Vakuumpumpen. Aber die Goldschmiede der Akan mit ihren einfachen Mitteln – wie kommen sie zur erforderlichen Druckdifferenz?

Wenn man als Beobachter den Ablauf des Giessprozesses verfolgt, findet auf Anhieb keine Anhaltspunkte für eine Druckquelle. Wenn man jedoch den Aufbau der Gussform und die Bewegungen der Giesser genauer beobachtet, so fallen zwei Details auf, die zunächst merkwürdig, ja gar paradox erscheinen. Die Akangiesser sehen nämlich nur einen einzigen Verbindungskanal vor (**Schema 4c**), während der Austausch von Luft und Metallschmelze eigentlich getrennte Durchflusskanäle, mit weit voneinander entfernten Öffnungen, verlangen würde (**Schema 4b**),). Ausserdem wenden die Akan ihre Gussform schnell und dezidiert, während doch für einen Austausch der Metallfluss langsam und mit viel Feingefühl gesteuert werden müsste. Analysiert man nun die beiden „Paradoxien“<sup>20</sup>, kommt man zum Schluss, dass hier nicht das sonst übliche Austauschsystem benutzt wird, sondern dass es sich um ein Druckdifferenzsystem handeln muss (**Schema 4c**). Wie dieses funktioniert ist so einzigartig und so raffiniert, dass es sich lohnt, es im Detail abzuhandeln

## Steuerung des Druckes

### Aufbau der Druckkammern

Die Effizienz des Druckdifferenzsystems beruht auf zwei Faktoren: auf der Wirksamkeit der *Blockade* der Verbindungskanäle und auf der Differenz in den *Wandigenschaften* von Tiegel und Gussform. Dank ihnen entstehen im Hohlraum beim Wenden zwei Kammern, die unter verschiedenem Druck stehen. Die Druckdifferenz ist die Quelle der Kraft, mit der die Metallschmelze aus einer Hochdruckkammer in eine Niederdruckkammer gepresst wird.

Die *Hochdruckkammer* ist der Tiegel, dessen Wand beim Giessen dicht bleibt und den Druck halten kann. Die *Niederdruckkammer* wird von der Negativform gebildet, deren Wandung beim Erhitzen porös wird und dann die Luft austreten lässt. Die *Trennwand* zwischen den beiden Druckkammern wird durch die Metallschmelze gebildet, die während ihres Durchflusses die Zuflussöffnung blockiert. Somit sind die Zusammenfassung der Zuflussöffnungen an einer einzigen Stelle und die hohe Geschwindigkeit bei der Wendung - was oben als paradox bezeichnet wurde - unabdingbare Voraussetzungen für einen Erfolg.

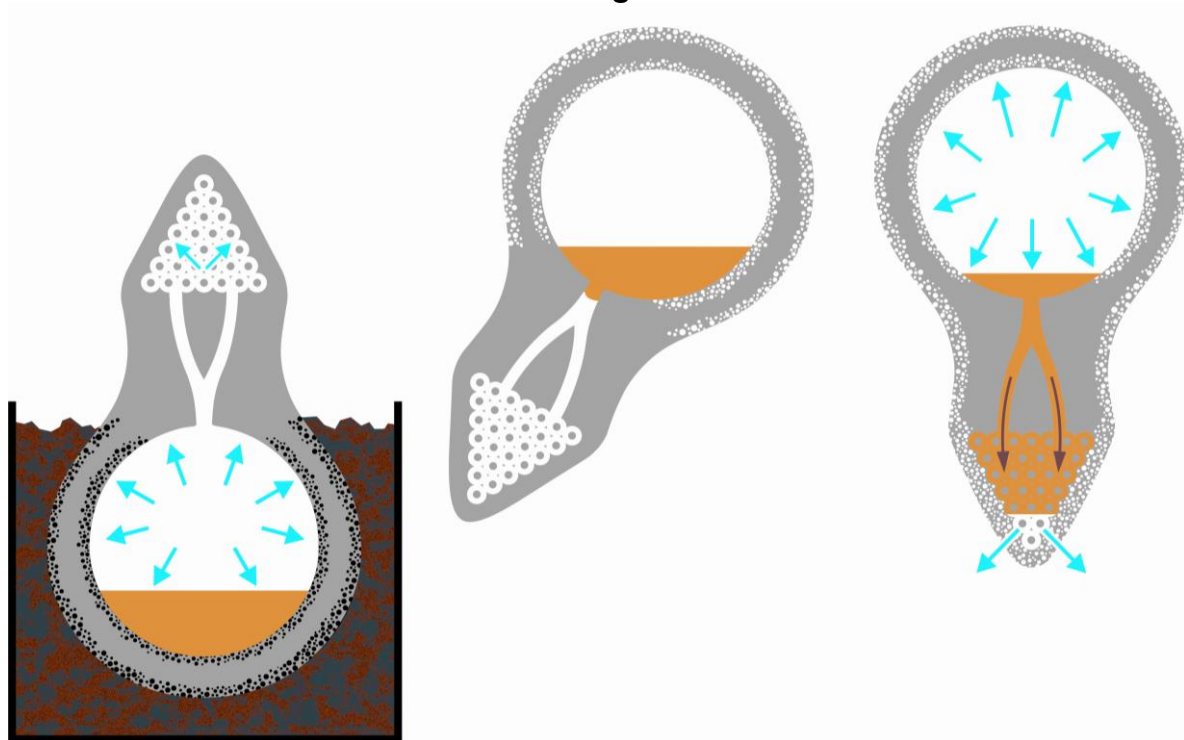
<sup>19</sup> Grundlage für die kapillare Anziehung ist die Adhäsion (Haftfähigkeit) von Flüssigkeiten an Oberflächen (vorausgesetzt, dass diese über Eigenschaften verfügen, welche die Adhäsion fördern). Die kapillare Anziehungskraft kann Flüssigkeiten in hauchdünne Kanälchen einsaugen und über grössere Strecken hineinziehen. Um sich ein Bild von ihrer Bedeutung zu machen, denke man z.B. an den Flüssigkeitstransport in Bäumen, wo Wasser allein dank der Kapillarkraft bis in die höchsten Wipfel steigt.

<sup>20</sup> Diese beiden Paradoxien sind die „trifles“ im Sinne von Sherlock Holmes, welche erlauben, ansonsten Verborgenes aufzudecken (siehe Anmerkung 6)

Der kritische Moment für den Aufbau der *Druckdifferenz* ist das Wenden der Gussform. Von diesem Punkt ausgehend kann man den Ablauf in drei Phasen unterteilen (**Schema 5**):

- Vor der Wendung, in der Phase, in der das Metall geschmolzen wird, ist das ganze Innere der Gussform eine einzige Druckkammer
- In der Phase der Wendung *selbst* wird der Hohlraum durch die Blockade in zwei Kammern geteilt
- und in der Phase *nach* dem Wenden, nachdem die Schmelze den Zuflusskanal passiert hat, besteht wieder eine einzige Kammer, nämlich der Tiegel; die Negativform ist mit Metall ausgefüllt.

### **Schema 5: Die drei Phasen der Wendung**



**a**

**a** Vor der Wendung bildet das Innere eine einzige Druckkammer. Der Tiegel befindet sich in der Glut bei Temperaturen von über 1000 Grad Celsius, der Objektmantel in der darüberliegenden Luft bei Temperaturen von ca. 600 Grad Celsius

**b**

**b** Die Wendung teilt den Innenraum der Gussform in zwei Kammern. In dieser Phase sind alle Wandungen noch dicht.

**c**

**c** Nach der Wendung wird der Objektmantel porös. Im Tiegel entsteht ein Überdruck, der die Schmelze in die Negativform hinein presst. Die dortige Luft entleert sich und wird mit Metall ersetzt.

In der Phase *vor* der Wendung geht es darum, durch Ausdehnung der erhitzten Luft im gesamten Hohlraum einen hohen Innendruck aufzubauen und diesen Druck aufrecht zu erhalten. Deshalb müssen in dieser Phase alle Wandungen der Gussform dicht sein, die Poren noch geschlossen bleiben, und deshalb muss der Giesser verhindern, dass die organischen Beimengungen in der Tonhülle vorzeitig verbrennen. Zu diesem Zwecke belässt er den Objektmantel der Negativform in der Luft über der Glut, damit in ihm die Temperaturen (ca. 500-600 Grad) unterhalb der Verbrennungstemperatur der Holzkohle (ca. 850 Grad) bleiben<sup>21</sup>. Den Tiegel hingegen versenkt er am Grunde des Ofens in die Glut versenkt wird, sodass diese ihn ringsum umgibt. Dort entstehen zwar Temperaturen, bei denen organische Beimengungen verbrennen (mehr als 1000 Grad); dennoch aber bleibt der Tiegel dicht, denn der Sauerstoff gelangt in seinen dicken die Wandungen nicht überall zu den brennbaren Substanzen<sup>22</sup>.

In der kritischen Phase der Wendung *selbst*, beim Aufbau der Blockade, hängt alles von der Wahl des richtigen Zeitpunktes und von der richtigen Bewegung beim Wenden ab. Die Trennung in eine Hoch- und eine Niederdruckkammer muss erfolgen, bevor der Objektmantel porös wird, denn dann sänke im gesamten Inneren der Druck ab. Dies erfordert, dass die Wendung genau im Zeitintervall zwischen dem Erreichen der Schmelztemperatur des Metalls im Tiegel und dem Erreichen der Verbrennungstemperatur der Holzkohle im Objektmantel erfolgen muss. Zögert der Giesser und verpasst er diesen optimalen Zeitpunkt, so riskiert er, dass kein genügendes Druckgefälle mehr entsteht.

In der Phase *nach* der Wendung geht es nun um die Ausnützung der Druckdifferenz. Diesseits der blockierenden Schmelze, im Tiegel, muss der Druck weiterhin hoch bleiben. Jenseits der Blockade, in der Negativform, jedoch muss er nun absinken, d.h., *jetzt* müssen die Holzkohlen- und Faserbeimengungen verbrennen, *jetzt* muss die Wandung porös werden. Der dazu erforderliche Temperaturanstieg wird durch die einströmende Metallflüssigkeit erzeugt, die bisher lediglich die Funktion der Blockade erfüllt hatte.

Am Ende ist das Luftvolumen im Tiegel grösser geworden (nämlich um das Volumen des ausgeflossenen Metalls), während es in der Negativform auf Null absank.

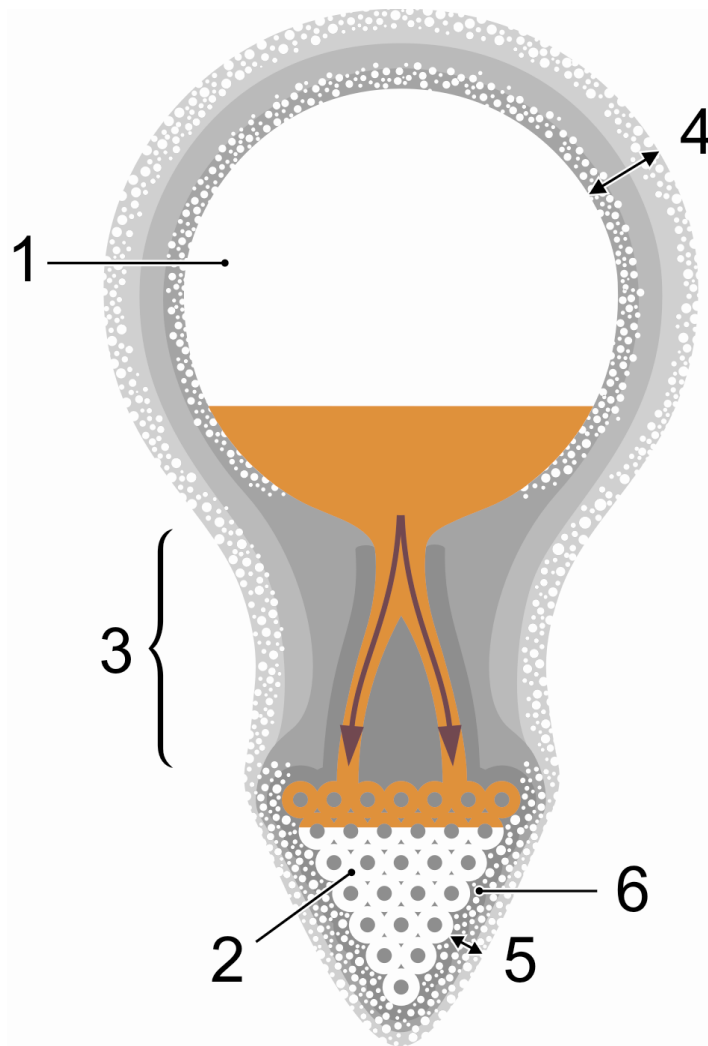
### **Praktische Gesichtspunkte**

Daraus folgt, dass bereits bei der *Herstellung der Gussform* die Volumina und die Wandeigenschaften richtig aufeinander abgestimmt werden müssen (**Schema 6**).

---

<sup>21</sup> Nach Fröhlich (1975), S.46

<sup>22</sup> Der Zutritt von Sauerstoff ist auf eine Tiefe von 2 mm. beschränkt und so bleiben im Tiegel die mittleren Schichten trotz hoher Temperaturen vor dem Verbrennen geschützt. (Fröhlich, 1975, S.46)

**Schema 6: Grundlagen für den Aufbau eines Druckdifferenzsystems**

Zusammenfassende Analyse der Faktoren, die für den Erfolg eines Gusses im geschlossenen System massgebend sind:

**Proportionen der Volumina:** Das Volumen der Luft im Tiegel (1) muss so gross bemessen werden, dass ihr hitzebedingter Volumenzuwachs genügt, um das Volumen der Luft, die aus der Negativform (2) entweicht, zu kompensieren. Die Länge des Halses (3) muss so bemessen sein, dass die Negativform über das Holzkohlebett hinausragt, wenn der Tiegel in der Glut steht.

**Wandeigenschaften:** Die Wandung des Tiegels (4) muss so dick sein, dass der Sauerstoff, der zur Verbrennung der organischen Einschlüssen nötig ist, weder von innen noch von aussen die mittleren Schichten erreicht. Der Objektmantel (5) dagegen muss so dünn sein, dass seine ganze Schichtdicke für Sauerstoff zugänglich ist. Der Gehalt an Holzkohle (6) sollte einerseits nicht höher sein, als Sauerstoff zu ihrer Verbrennung verfügbar ist, damit sich alle Poren öffnen, andererseits aber auch nicht niedriger als zur vollständigen Reduktion des Sauerstoffs nötig ist<sup>23</sup>.

<sup>23</sup> Die Notwendigkeit einer oxydfreien Atmosphäre beim Giessen wird vor allem von Fröhlich (1975) S.46, unterstrichen.

In der Phase der *Wendung* geht es darum, den kritischen Zeitpunkt zu erfassen. Ob die Schmelztemperatur erreicht wurde, erfasst der Giesser visuell am Aufsteigen von Dämpfen und am Farbwechsel des Tonmantels. Und ob vor dem geplanten Wenden das Metall bereits vollständig verflüssigt ist, beurteilt er durch den taktilen Feedback, den er durch leichtes Schwenken der Gussform – ähnlich einem Cognacglas - erhält.

Unsere theoretische Analyse auf Grund physikalischer und chemischer Gesetze zeigt, wie viele Faktoren für einen erfolgreichen Guss massgebend sind., Dass ein grosser und dickwandiger Tiegel, sowie ein bestimmter Holzkohlegehalt im Objektmantel die Gefahr von Fehlgüssen reduzieren – zu dieser Erkenntnis jedoch sind die afrikanischen Giesser allein durch scharfe Beobachtungen und praktische Erfahrungen gelangt.

# Technik des Hohlgusses

## Kriterien für die Wahl von Hohlgüssen

Das Hauptkriterium für die Wahl eines Hohlgusses ist die Materialersparnis. Je dünner die Wandungen, desto grössere Objekte können mit der verfügbaren Menge an Gold gegossen werden.

Das Wachsmo­dell wird über einem Lehm­kern auf­ge­baut und mit diesem zu­sam­men in den um­hül­len­den Lehm­man­tel ein­ge­bet­tet. Bei *vollplastischen* Hohl­güs­sen ([Abb. 10](#)) um­hüllt die Wachsschicht den Kern ringsum (mit Aus­nah­me von klei­nen Öff­nun­gen für das spä­tere Aus­räu­men des Kern­ma­te­ri­als aus dem fer­ti­gen Ob­jekt). Bei *halbplastischen* Hohl­güs­sen ([Abb. 11](#)) be­de­ckt sie nur die Vor­der­sei­te des Kerns, we­shalb dann am ge­gos­se­nen Ob­jekt ledig­lich die Aus­sen­sei­te eine Kopie des vom Künst­ler ge­stal­te­ten Wachsmo­dells ist ([Abb. 15a](#)), wäh­rend die Innenseite die Ober­flä­che des Kerns kopiert ([Abb. 15b](#)).

Da der Kern die künst­lerischen Freiheiten nicht be­grenzt, können die Handwerker ihre Phantasie voll ausleben in Portraits ([Abb. 15](#), [16](#), [17](#), [18](#), [19](#), [20](#)), populären Motiven ([Abb. 21](#), [22](#), [23](#)), flachen Schmuckscheiben ([Abb. 24](#), [25](#), [26](#), [27](#)), etc..

Die geringe Stabilität der dünnwandigen Schicht führt weder beim Wachsmo­dell noch beim Metallobjekt zu unüberwindlichen Problemen. Beim Wachsmo­dell stützt der Kern das zarte Gebilde. Beim fer­ti­gen Goldobjekt kann man die Gefahr von Verformungen vermindern durch die Wahl von Entwürfen mit starken Richtungswechseln in der Oberflächenkrümmung, d.h. Formen mit verwindungsfreien Reliefs und verstärkenden Randleisten<sup>24</sup>.

## Aufbau des Kerns

Der Aufwand für die Gestaltung des Kerns hängt von der Wandung des Metallobjekts ab. Je dünnwandiger dieses geplant wird, desto präziser muss die Form des Kerns mit derjenigen des endgültigen Wachsmo­dells übereinstimmen (vergleiche [Abb. 24b](#) mit [Abb. 24a](#)).

Um zu gewährleisten, dass man das Material am Ende der Prozedur wieder aus dem Innern der Figur herauskratzen kann, wird dem Lehm ein hoher Anteil an Holzkohle beigemischt. Da diese die Haftfähigkeit des Wachses am Kern beeinträchtigt, imprägniert man dessen Oberfläche durch Eintauchen in Wachs oder durch Bestreichen mit Pflanzensaft (unter Freilassung von Lücken für das Entweichen der Verbrennungsgase).

Damit sich der Kern beim Auslaufen des Wachses nicht verschiebt, muss er am Lehm­man­tel in geeigneter Weise fixiert werden. Bei halboffenen Formen besteht bereits auf Grund des Bauplanes eine Verbindung zwischen Kern und Lehm­man­tel. Bei den geschlossenen Formen verwendet man dazu Metallstifte.

---

<sup>24</sup> Auf dieser Art der Stabilisation beruht das „Wellblechprinzip“

# Methode der gegossenen Fäden

## Kriterien für die Wahl des Verfahrens

Die Herstellung von Golddrähten aus Wachsdrähten ist – wie eingangs bereits erwähnt - ein ungewöhnliches Verfahren.

Üblicherweise erzeugt man *Drähte*, indem man vorbereitete Metallstangen durch Löcher in Metallplatten zieht, sukzessive durch Löcher mit immer kleiner werdenden Durchmesser, bis das erwünschte Kaliber erreicht ist. Solche Drähte werden bei der sog. Filigrantechnik (meist in Form gezwirnter Doppeldrähte) durch Biegen und Löten zu kunstvollen Ornamenten zusammengefügt.

Ähnliches gilt für die *Granulationstechnik*. Die Granula, die man vom technischen Standpunkt aus als ultrakurze Fadenstücke interpretieren kann, werden üblicherweise zuerst aus Metall vorgefertigt<sup>25</sup>, und dann zu ornamentalen Mustern verlötet.

Die *Wachsfadentechnik* unterscheidet sich nun von Löttechniken dadurch, dass die Fäden und Kügelchen zuerst in Wachs geformt werden, und die entsprechenden Gebilde aus Metall erst beim Giessen entstehen.

Für die Wahl der anspruchsvollen Fadentechnik gibt es sowohl technische als auch ästhetische Kriterien.

## Technische Gesichtspunkte

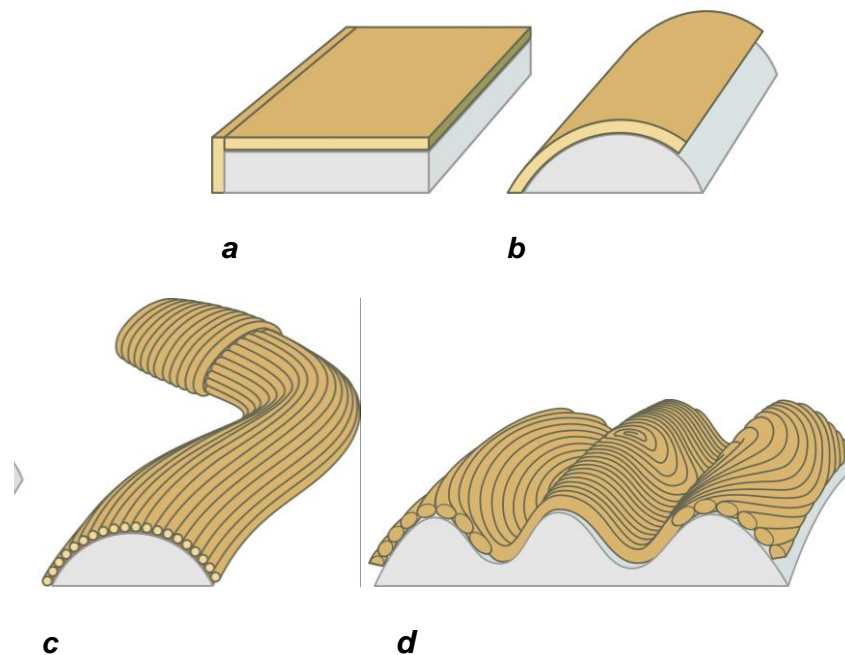
Die technischen Kriterien betreffen die Tektonik. Die Fadenmethode dient hier als Mittel zur Lösung der geometrischen Probleme beim Versuch, unregelmässig gekrümmte Gusskerne mit dünnen Wachsschichten zu überziehen. Dabei besteht die Aufgabe der Wachsfäden nicht darin, nach dem Guss als eigenständige Drähte in Erscheinung zu treten, denn sie dienen bloss als Vorstufen zur Schaffung einer flächigen Schicht von gleichmässiger Dicke.

Wenn man Wachs in Form von breiten *Streifen* als Deckschicht verwendet<sup>26</sup>, erzielt man nur bei ebenen, oder in einer einzigen Richtung gewölbten Flächen gute Resultate (**Schema 7 a** und **b**). Über allseits gekrümmten Unterlagen falten sich Streifenränder ein oder reissen auf, was aufwändige Anpassungen und Korrekturen bedingt.

---

<sup>25</sup> z.B. durch Aufspritzen flüssigen Metalls auf ein Sandbett und nachträgliche Sortierung nach Grösse

<sup>26</sup> Flache Streifen erzeugen die Giesser, indem sie walzenförmige Wachsstücke flach klopfen. Die Schichtdicke prüfen sie, indem sie jeden Streifen gegen das Licht halten und so seine Durchsichtigkeit beurteilen. Die fertigen Streifen werden zugeschnitten und allenfalls durch Verstreichen der Ränder zu grösseren Platten vereinigt.

**Schema 7: Modellierung dünner Wachsschichten über einem Lehmkern**

Breitflächige Wachsplatten sind als Überzug nur für ebene Flächen (**a**) und für zylinderförmige Objekte (**b**) geeignet. Reduziert man ihre Breite auf ein Minimum (= Fäden), lassen sich beliebig geformte Kerne lückenlos bedecken (**c** und **d**).

Solche Probleme lassen sich jedoch umgehen, wenn man die Breite der Streifen auf ein Minimum reduziert, d.h. auf *Fäden*. Beim tektonischen Einsatz werden breite Deckschichten gebildet, indem man Wachsfäden von gleichmässigem Kaliber nahtlos, Faden für Faden, aneinanderlegt und dann miteinander verstreicht. Typischerweise werden die Fäden in horizontalen oder vertikalen Ebenen - gewissermassen als Höhenlinien aufgelegt (siehe **Schema 7c**). Die Goldschmiede der Akan benützen ausserdem ein für uns ungewohntes Muster: sie bedecken unregelmässige Kernreliefs - ohne Rücksicht auf topographische Gegebenheiten - mit ihren traditionellen Spiralmustern (**Schema 7d**). Die Spiralmuster, die schon beim Aufbau flacher Rundscheiben äusserst anspruchsvoll sind ([Abb. 28](#)), stellen noch weit höhere Ansprüche an die Geschicklichkeit der Künstler bei Spiralen, die in mehreren Richtungen gewölbt sind ([Abb. 21](#), [Abb. 26](#)).

Praktisch jede Kernform lässt sich so mit einer ebenmässig dünnen Deckschicht überziehen. Wenn nachträglich die Fäden schonend verstrichen werden, stösst man nur bei aufmerksamem Suchen auf Spuren von parallelen Rillen, welche die Herkunft aus Fäden beweisen ([Abb. 18c](#), [Abb. 20c](#))<sup>27</sup>.

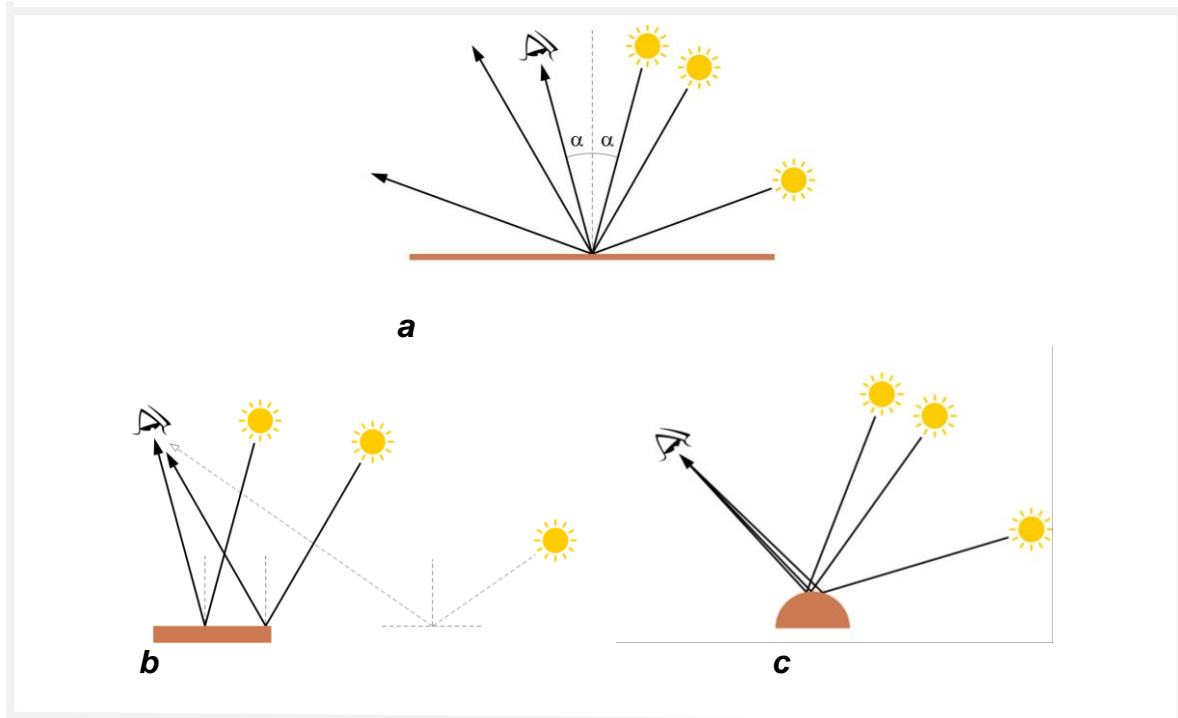
<sup>27</sup> Das tektonische Prinzip der Fadentechnik lässt sich von der Keramik herleiten. In Kulturen, die ohne Töpferscheibe arbeiten, werden bauchige Gefässe aus Lehmrollen aufgebaut, die nachträglich miteinander verstrichen werden. Und diese Methode steht ihrerseits wohl in Beziehung zu einer anderen Technik, bei der Gefässe aus gerollten Faserbündeln aufgebaut und dann mit Lehm abgedichtet werden.



## Ästhetische Kriterien

Die ästhetische Wirkung eines Goldfadenmusters beruht auf den speziellen optischen Eigenschaften von reflektierenden Metallfäden. Wenn man von „typischen“ Goldfadenobjekten spricht, geht es deshalb um diejenigen Gusswerke, bei denen – im Gegensatz zu den tektonischen – die Fadenstrukturen beibehalten und zur Gestaltung von kunstvollen Mustern ausgenutzt werden.

### Schema 8 : Reflexionsgesetze



**a:** Grundgesetz der Reflexion: Der Einfallswinkel  $\alpha$  (d.h. der Winkel in dem das Licht auf die Fläche auftritt) ist gleich gross wie der Austrittswinkel  $\beta$  (d.h. der Winkel, unter dem das Licht reflektiert wird). Beide Winkel werden gemessen im Verhältnis zur Senkrechten auf die Oberfläche (Lot). Bei gegebener Stellung von Lichtquelle und Auge sehen Beobachter nur an einer einzigen Stelle der reflektierenden Oberfläche einen Reflex

**b:** Reflexe an ebenen Oberflächen: Über der ganzen Oberfläche hat das Lot die gleiche Richtung. Bewegt sich die Lichtquelle, so verschieben sich die Reflexe entlang der Oberfläche, bis sie den Rand des Objektes erreichen. Darüber hinaus gehende Verschiebungen erzeugen keine Reflexe mehr (gestrichelte Linie)

**c:** Reflexe an gewölbten Oberflächen: Bei gewölbten Oberflächen steht in vielen Richtungen ein Lot und deshalb gibt es viele Reflexionswinkel. Auch wenn sich Auge oder Lichtquelle stark bewegen, bleiben stets Reflexe sichtbar. Das Ausmass der Verschiebung von Reflexen wird desto kleiner, je stärker die Oberflächenkrümmung

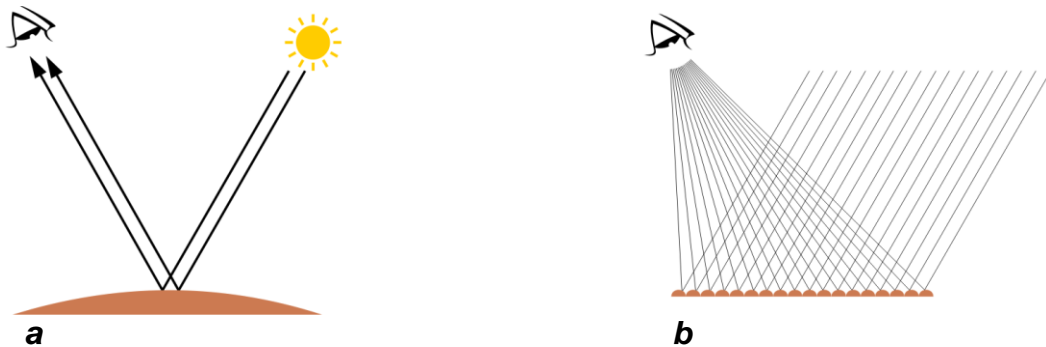
Viele Motive der Akan verdanken ihre Popularität alten Traditionen, dem Bedürfnis nach Bewahrung von Strukturen, die schon bei den Vorfahren Kraft und Schutz, Macht und Ansehen verkörperten. Innerhalb dieser Traditionen nehmen die Goldfadenobjekte eine Sonderstellung ein, denn auf Grund der speziellen optischen Effekte nimmt man sie anders wahr als sie sind, und empfindet sie irgendwie abgehoben von der Realität.

Massgebend für die optischen Phänomene sind die physikalischen Reflexionsgesetze (**Schema 8**). Sie beweisen, dass – im Gegensatz zu Flächen – die Betrachter an reflektierenden Fäden

- praktisch immer Reflexe sehen,
- und zwar unter verschiedensten Beleuchtungsbedingungen
- und, je dünner die Fäden, desto heller.

Fadenmuster sind aber nicht nur ein Mittel, um permanente Reflexe zu erzeugen und sie zu verstärken, sondern auch um sie über grössere Flächen auszudehnen. An einer einfach gewölbten Oberfläche bildet sich nur ein einziger Reflex und dieser nur in einem begrenzten Areal; ein Fadenmuster hingegen verursacht so viele Reflexe als es Fäden enthält und soweit das Muster reicht (**Schema 9**).

### **Schema 9: Einfluss von Fadenmustern auf die Grösse der reflektierenden Zonen**

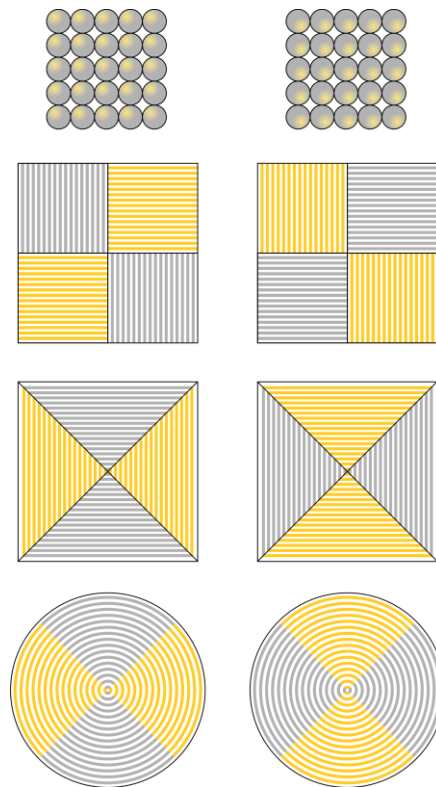


**a** Bei einer gewölbten Oberfläche entsteht eine reflektierende Zone nur auf einem beschränkten Teil der Fläche und verschiebt sich bei einer Änderung des Lichteinfalls stark.

**b** Wird die Oberfläche mit einem Fadenmuster belegt, so wird ihre ganze Fläche mit Reflexen übersättigt, da jeder Faden seinen eigenen Reflex erzeugt. Je feiner die Fäden, desto stärker werden die Lichtreflexionen und desto weniger verschieben sich die reflektierenden Areale bei Veränderungen des Lichteinfalls.

Welche Formen von reflektierenden Zonen entstehen, hängt ab von der Richtung der Krümmungsebenen. Fäden sind Zylinder und haben Richtungen mit stärkerer und solche mit schwächerer Reflexion. In der Längsrichtung ist die Oberfläche plan und Licht, das in dieser Richtung einfällt, wird in einem einzigen Reflexionswinkel reflektiert; demgegenüber trifft Licht quer zur Achse auf maximal gekrümmte Flächen und wird in vielen Winkeln – und überdies intensiv - leuchten. Bei solchermassen verzierten Objekten verändert sich schon bei geringster Änderung des Lichteinfalls der Aspekt (**Schema 10**).

Bei Kügelchen sind die Krümmungsradien in allen Richtungen gleich, und deshalb hat bei ihnen, unabhängig vom Lichteinfall, der Reflex stets die gleiche Form (**Abb. 14f**). Ähnliche Effekte kann man - zwar weniger perfekt, aber mit kleinerem technischem Aufwand - durch serielle Einkerbungen der Fäden oder durch Flechtmuster erzielen (**Abb. 14d**).

**Schema 10: Optisch bedingte Wahl von Wachsfadenmustern**

**Oben:** Oberflächen mit Granulationen reflektieren bei jedem Lichteinfall. Wenn der Lichteinfall ändert, so ändert sich die Lichtintensität der Reflexionen nicht. Bei kleinen Granula verschieben sich zwar die reflektierenden Stellen; je kleiner jedoch die Granula, desto weniger kann diese Verschiebung wahrgenommen werden.

**Obere Mitte:** Viereckige Felder mit parallelen geraden Fäden erzeugen ein „On-Off-Blinken“. Sie verändern ihr Bild bei jeder Bewegung, die Felder, die im Bilde links hell schimmern, werden bei Änderungen des Lichteinfalls dunkel (rechts), und vice versa.

**Untere Mitte:** Diese Anordnung der Fäden zeigt in plötzlichem On-Off-Wechsel, was beim untenstehenden Kreismuster kontinuierlich geschieht.

**Unten:** Bei einem kreisrunden Fadenmuster entsteht bei jeder Positionsänderung ein „Rotierendes Funkeln“, indem die schimmernden Zonen um den Mittelpunkt des Kreises wandern. Dies beruht darauf, dass ein kreisförmig gebogener Faden auf seinem Wege Richtungen mit verschiedenen Reflexionsgraden durchläuft. Die Segmente, die gleichzeitig aufleuchten, liegen jeweils auf einander gegenüberliegenden Stellen der Scheibe. Sie sind länger, wo die Biegung schwächer ist (d.h. aussen), und kürzer, wo diese stärker ist (d.h. innen). Daraus resultiert die Keilform der Reflexzonen. Wenn sich die Scheibe, das Licht oder die Beobachter bewegen, entsteht für die Letzteren der Eindruck von rotierenden leuchtenden Radspeichen.

Eine Figur mit Goldfadenmustern erscheint somit anders, als wir es auf Grund ihrer dreidimensionalen Konfiguration gewohnt sind. Wo wir normalerweise einen kleinen flächigen Reflex erwarten, sehen wir breitflächige Reflexzonen, und wo wir rasche Reflexverschiebungen erwarten, scheinen die Reflexe stehen zu bleiben. Bei Objekten, deren Oberflächen vorwiegend mit Granula und Flechtmustern bedeckt sind, wird die Verteilung der Reflexe durch Änderungen des Lichteinfalls wenig beeinflusst. Da keine Schatten mehr auftreten – und falls doch, dann am „falschen Ort“ – wird der räumliche Eindruck verfälscht.

Was wir subjektiv wahrnehmen, stimmt demnach nicht mehr mit der physischen Struktur einer Figur überein, und diese erscheint uns deshalb verfremdet. Fadenreflexe heben ein Objekt aus dem Alltäglichen heraus und verleihen ihm eine seltsame übernatürliche Aura ([Abb. 12](#) und [Abb. 13](#)).

Besonders interessant sind die Effekte von Goldfadenmuster bei ornamental verzierten Schmuckstücken. Wenn sich deren Träger bewegen, flimmern und schimmern ihre Oberflächen zeitlich chaotisch und räumlich geordnet und befinden sich zu keinem Zeitpunkt in einem Ruhezustand. Bei ultrafeinen Fadenmustern nimmt ausserdem die Leuchtkraft zu, sodass die Schmuckstücke am Körper ihrer Träger auch unter einem Baldachin und bei Fackellicht funkeln. Ihre optische Wirkung ist in dieser Hinsicht mit geschliffenen Edelsteinen vergleichbar, und vielleicht ist dies der Grund, dass ultrafeine Fadenobjekte in einem Kulturbereich, die über keine Edelsteine verfügt, als besonders wertvoll und erstrebenswert gelten.

Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die verfremdenden Effekte von streifigen Reflexen nicht nur bei Goldfäden, sondern auch bei anderen Techniken genutzt werden, wie z.B. auf goldplattierten Holzschnitzereien, wo Rillen die Goldfadenmuster imitieren ([Abb. 7c](#))<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Diese Technik hat überdies einen tektonischen Zweck, indem die Rillen die Oberfläche vergrössern und damit die Klebefähigkeit der Goldfolien verbessern

## Warum?

### **Aus welchen Gründen wählen die Künstler der Akan zur Herstellung von feinsten Goldfadenobjekten das Wachsausgussverfahren und nicht die Filigrantechnik?**

Technische Gründe können für die Wahl des Gussverfahrens wohl kaum massgebend sein, denn die Alternative, die überall sonst etablierte Technik des Filigrans, ist viel einfacher. Im Gegensatz zur Wachsfadentechnik ist beim Filigran die Herstellung von Drähten gleichmässigen Kalibers problemlos und deren Verarbeitung in jedem Stadium visuell kontrollierbar und korrigierbar – während beim Giessen vielerlei Imponderabilien das Resultat gefährden können.

Also: Warum? Sind es soziale Faktoren? Etwa die Sonderstellung der Giesser an königlichen Höfen bei den Akan? War es für sie, als Mitglieder einer hochgestellten Kaste n, mit ihrem Selbstverständnis unvereinbar, von einem, sie identifizierenden, Verfahren abzuweichen und sich zu den anspruchsloseren Techniken der benachbarten, tiefer stehenden Handwerker gilden zu erniedrigen?

Bezeichnenderweise war mit der Filigranarbeit des Prunkdolches der [Abb. 52](#) ein fremder, kriegsgefangener Goldschmied aus dem Norden beauftragt worden.

## Herstellung von Wachsfäden

Zur Herstellung von Wachsfäden werden walzenförmige Wachsstücke mit einem flachen Spatel auf einer Unterlage so lange hin und her gerollt, bis das gewünschte Kaliber erreicht ist ([Abb. 3a](#), [Abb. 4a](#)). Erstaunlicherweise sind die Handwerker imstande, während der stundenlangen Rollbewegungen ohne weitere Hilfsmittel den Abstand zwischen Spatel und Unterlage in Bruchteilen von Millimetern konstant zu halten, und so Fäden von mehreren Metern Länge mit gleichbleibenden Durchmessern zu erzeugen.

Beim stetigen Rollen riskiert man, dass die Wachsfäden durch Überdrehung reißen. Diese hängt zum einen ab vom Ausmass der Torsion, und diese wiederum von der Amplitude der Spatelbewegungen. Daraus folgt, dass man die Amplituden auf das Minimum, d.h. auf den Umfang des Fadens, reduzieren und sie dessen abnehmendem Kaliber ständig anpassen muss. Zum andern hängt die Rupturgefahr von der Strecke ab, über die sich die Torsion verteilt, d.h. vom Abstand zwischen dem Spatel und der zweiten Hand, die den Faden auffängt. Daraus folgt, dass man bei langen Fäden den Abstand zwischen zweiter Hand und Spatel möglichst gross halten soll ([Abb. 3a](#)); bei kleinen Stücken bleibt nichts übrig, als die Finger, die den Faden fassen, mit viel Feingefühl kompensatorisch mitzubewegen.

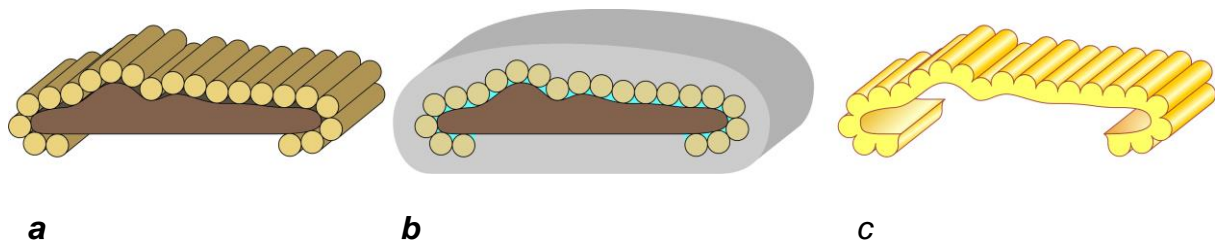
Die Herstellung von Granula ist im Prinzip eine Variation der Fadentechnik. Die Giesser schneiden von einem Wachsfaden mit einer langen Messerklinge Segmente ab und lassen sie an der Schneidenkante haften. Dann führen sie eine glühende Holzkohle langsam an ihnen vorbei, bis das Wachs schmilzt und dank seiner Oberflächenspannung Kugelform annimmt. Die Tropfen werden abgekühlt und dann mit dem Wachsmo-[del](#) verklebt (siehe [Abb. 30d](#))

## Formen und Giessen von Goldfadenobjekten

### Einlagige Goldfadenobjekte

Die einlagigen Goldfadenobjekte (Beispiele [Abb. 15](#), [16](#), [17](#), [18](#), [19](#), [20](#), [21](#), [Abb. 40](#), [41](#)) sind im Prinzip Hohlgüsse, und da sich jede Form von Kernreliefs mit den Fadenmustern überziehen lässt, besteht bei ihnen eine grosse Gestaltungsfreiheit.

#### Schema 11: Einlagiges Fadenmuster:



**a:** Der Kern wird mit Wachsfäden belegt.

**b:** Beim Einbetten bleiben zwischen Kern und Fäden luftgefüllte Lücken (blau), die nach Ausfließen des Wachses der Negativform zugeschlagen werden.

**c:** Beim Giessen wird die gesamte Negativform mit Gold gefüllt. Nur die Vorderseite zeigt das Fadenmuster, die Rückseite des Objektes hingegen erhält die Struktur der Kernoberfläche.

Zu einem Problem kann jedoch der hohe Fließwiderstand in den engen Hohlräumen der Fäden werden. Auf Anhieb könnte man erwarten, dass die enormen Widerstände in den engen Kanälchen, welche die Wachsfäden hinterlassen, den Fluss der Schmelze behindern. Da jedoch beim Einbetten in die Lehmhülle Luft zwischen Wachsmo- dell und Kernoberfläche verbleibt und nach dem Ausfließen des Wachses zu einem Teil des Hohlraums wird (**Schema 11b**), wird dieser grösser als das Negativ der reinen Fadenprofile. Der Flusswiderstand sinkt in diesem Falle massiv ab und die Schmelze kann sich auch bei ultrafeinen Fadenobjekten verteilen.

## Doppellagige Fadenplatten

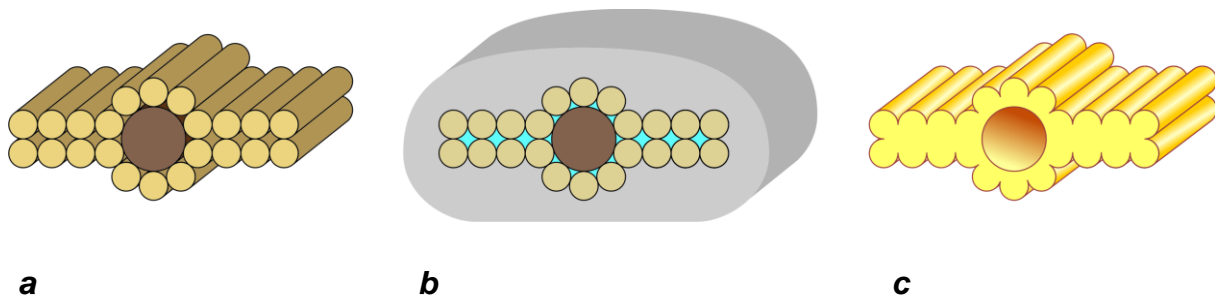
Die doppel-lagigen Scheiben sind – obwohl flach und dünn - im Prinzip Vollgüsse, bei denen das Wachsmo­dell freihändig bear­beitet und dann auf allen Seiten mit Lehm­brei be­deckt wird. Sowohl ihre Vorder- als auch Rückseiten zeigen deshalb Wachsfadenstruktur ([Abb. 28](#)). Die Gestaltungsmöglichkeiten sind hier jedoch be­schränkt, denn Doppellagen eignen sich nur für ebene Objekte, für Platten und Scheiben. Die dekorativen Effekte beruhen weitgehend auf den optischen Eigenschaften der Fäden im Grundmuster (siehe **Schema 10**). Zusätzliche Verzierungen entstehen durch Ausschneidungen aus der Doppelplatte, die den Hintergrund durchscheinen lassen ([Abb. 29](#)) oder durch Aufbringen von Fäden ([Abb. 31](#) und [Abb. 32](#)), dekorierten Platten ([Abb. 33](#)) und kleinen Vollplastiken ([Abb. 34](#) und [Abb. 35](#)).

Zur Fertigung von doppel­lagigen Platten formen die Giesser als Erstes auf einem Holzbrett zwei einzelne Lagen aus Wachsfäden, die sie dann von der Unterlage abheben und übereinander zusammen fü­gen. Dabei legen sie zwischen beide, quer durch die Mitte, einen vorbereiteten Stab aus Holzkohle-Tongemisch, der nach dem Guss herausgekratzt wird und dann im Endprodukt den Kanal zur Befestigung einer Kordel freigibt (**Schema 12**).

Die freihändige Arbeit beim Aufbau von feinfädigen Doppelplatten stellt hohe Anforderungen an die Stabilität. Zunächst betrifft dies die Eigenschaften der Wachsfäden. Diese müssen für die Manipulation der flächigen Abschnitte so rigide und formbeständig sein, dass man die einzelnen Lagen ohne Verformung greifen und anheben kann; im Moment jedoch, in dem der Querkanal geformt wird, müssen sie so geschmeidig werden, dass sie sich mühelos und präzise krümmen lassen. Gerade dünne Wachsfäden sind hier von Vorteil, denn sie erwärmen sich im Kontakt mit den Fingern rasch und kühlen sich danach auch sofort wieder ab.

Nach dem Zusammenfügen der beiden Wachsscheiben wird die Stabilität unterstützt durch den Verschränkungseffekt von gegenläufigen Fadenverläufen. Bei Platten, die aus spiralig gewundenen Fäden aufgebaut sind, wird die eine Spirale im Uhrzeigersinn, die andere im Gegensinn gelegt. Bei anderen Fadenmustern werden die Fäden auf Vorder- und Rückseite gekreuzt. Und als zusätzlicher Stabilisator wirkt der Querstab, der während der Fertigung das Ganze schient.



**Schema 12: Doppel-lagige Fadenplatte:**

**a:** Wachsfäden in doppelter Lage mit dazwischen gelegtem Holzkohlestab.

**b:** Beim Einbetten bleiben zwischen den beiden Lagen luftgefüllte Lücken (blau), die nach Entleerung des Wachses Teil des gesamten Hohlraumes werden.

**c:** Beim Guss werden nicht nur die Leervolumina der Fäden, sondern auch diejenigen der Lufteinschlüsse mit Metall ausgefüllt

Beim Giessen wird das Einfließen des flüssigen Metalls wiederum erleichtert durch die Erweiterungen der Negativform infolge von Lufteinschlüssen. Da diese hier zwischen zwei Lagen entstehen, ist ihr Volumen grösser als bei einlagigen Fadenobjekten (**Schema 12b**). Schwachpunkte in der Verteilung verbleiben jedoch über dem Querkanal, da diese nur von einer einzigen Fadenschicht bedeckt ist. Dort beträgt das Lumen der Hohlform nur noch die Hälfte desjenigen der übrigen Platte, entsprechend hoch bleibt der Fliesswiderstand, und deshalb sind dort Füllungsdefizite beinahe die Regel ([Abb.28b](#), [Abb. 45b](#))<sup>29</sup>.

Am fertigen Objekt lässt sich nicht ohne weiteres ausmachen, dass es aus Doppellagen besteht. An Bruchstellen erscheinen die Lagen, entgegen den Erwartungen, nicht getrennt, da der Zwischenraum beim Giessen mit Gold aufgefüllt wurde ([Abb. 28c](#)). Dasselbe gilt für die Ränder von Lücken, die aus dekorativen Gründen nachträglich aus dem Wachsmodell ausgeschnitten worden waren ([Abb. 29b](#)). Am ehesten erkennt man die zwei Lagen an den Aussenrändern von Platten, vorausgesetzt, dass sie nicht durch Zierbänder verdeckt werden. Die [Abbildung 30](#) zeigt einen Ausnahmefall, indem hier der Handwerker die Zierlücken, statt aus dem zusammengesetzten Wachsmodell, schon zuvor, aus jeder der zwei einzelnen Lagen separat, ausgeschnitten hatte. Beim Zusammenfügen passten dann die Lücken nicht mehr genau aufeinander, und infolge der Inkongruenz ist hier der Aufbau aus zwei Lagen deutlich ersichtlich.

<sup>29</sup> Interessanterweise ist jeweils nur die Rückseite der Scheiben betroffen. Vermutlich akzeptieren die Giesser Mängel auf einer der Lagen (die sie dann zur Rückseite werden lassen), während sie bei Fehlern auf beiden Lagen das Gussresultat verwerfen und die Scheiben wieder einschmelzen

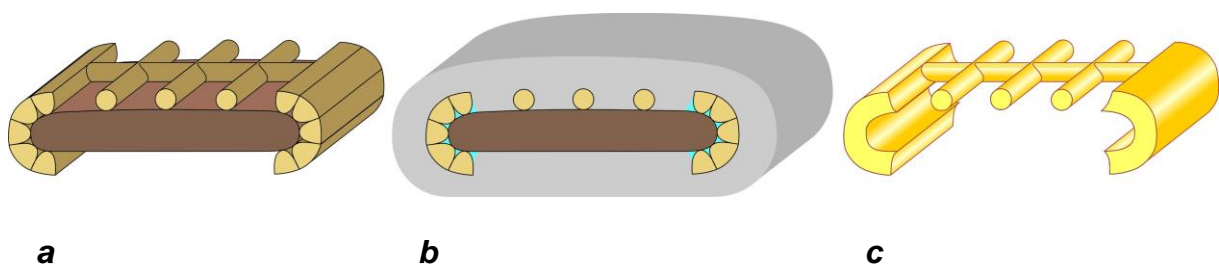
## Gitter-und Maschenwerke

Objekte, deren Wandungen von Lücken durchbrochen werden (**Schema 13**), haben neben der Materialersparnis noch andere spezielle Eigenschaften. Im einen Falle sind es die Lücken, welche die Aufmerksamkeit auf sich ziehen, indem sie als Gestaltungsmittel die Farben des Hintergrundes miteinbeziehen und zur Dekoration einsetzen.

In anderen Fällen sind es die Gitterstrukturen, die den Wert eines Objektes ausmachen. Je feiner die Fäden, desto höher werden die Anforderungen an das Können der Künstler, desto schwieriger wird es, dazu Befähigte zu finden, desto seltener und exklusiver sind dann solche Objekte, desto höher wird ihr Prestigegehalt und desto besser eignen sie sich als Statussymbole (**Abb. 50 b-f**).

Gitter sind jedoch anfällig für Gussfehler. Die einen sind *Überschüsse*, d.h. Füllungen von Maschen, die nach Bauplan eigentlich leer bleiben sollten, mit Metall. Die Quelle der Überschüsse sind Luftblasen, die beim Einbetten der Wachsfäden unabsichtlich zwischen den Gitterfäden eingeschlossen und nach Ausfließen des Wachses zu einem Teil der Negativform wurden. Nach dem Guss können dann, entgegen dem ursprünglichen Entwurf, Metallbrücken zurück bleiben, welche die Maschen ausfüllen (**Schema 14**). Gefährdet sind hier hauptsächlich Gitterwerke aus ultrafeinen Fäden, denn hier muss die erste Deckschicht möglichst flüssig appliziert werden, damit sie auch in die engsten Zwischenräume eindringen kann. Je wässriger jedoch der Schlick, desto grösser die Gefahr, dass die Oberflächenspannung das Eindringen in die feinen Maschen behindert (**Abb. 38**, **Abb. 40**, siehe auch **Abb. 27e**).

### Schema 13: Einlagige Fadengitter:



**a:** Kern, belegt mit einem weitmaschigen Fadennetz.

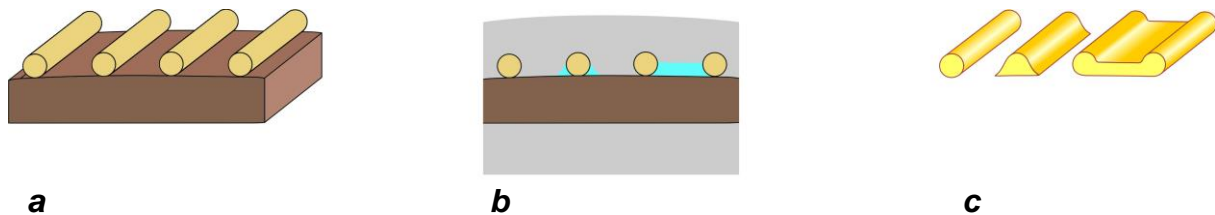
**b:** Sind die einzeln stehenden Fäden ringsum mit Schlick umgeben, bleibt deren Lumen nach Entleerung des Wachses eng. Die Randleisten sind kompakte einlagige Schichten mit Lufteinschlüssen.

**c:** Die Goldfäden werden dünn und verletzlich. Die Randleisten bilden feste Platten

Die anderen Gussfehler sind *Füllungsdefizite*, d.h. Hohlräume, die vom Metall nicht gefüllt wurden. Deren Quellen sind zu hohe Widerstände in den engen Gusskanälchen, die das Einfließen der Schmelze verhindern. Speziell gefährdet sind die Stellen, wo Hohlräume mit hohem Widerstand an solche mit niedrigem Fließwiderstand angrenzen<sup>30</sup>.

In Anbetracht all der Schwierigkeiten ist es nicht verwunderlich, dass die ultrafeinen Gitterobjekte Raritäten sind und dass davon die meisten, die erhalten sind, Beschädigungen ([Abb. 41](#), [Abb. 50f](#)) und Gussfehler ([Abb. 50c](#)) aufweisen.

#### **Schema 14: Probleme beim Einbetten von Fadengittern:**



**a:** Wachsfäden mit freien Zwischenräumen.

**b:** Beim Einbetten werden infolge der hohen Oberflächenspannung Luftreste (blau) an den Rändern der Fäden (Mitte) oder am Boden der Maschen (rechts) eingeschlossen.

**c:** Links: Der ringsum eingebettet Faden behält seine Form nach dem Guss.

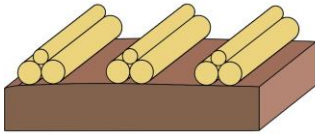
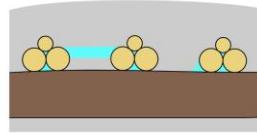
Mitte: Auf Grund des Lufteinschlusses an der Basis werden dort nach dem Guss die Fäden dicker und auf ihrer Rückseite abgeflacht.

Rechts: Bei Lufteinschlüssen, die den ganzen Zwischenraum auskleiden, entstehen Metallbrücken in den Maschen des Fadennetzes.

Verbessern lässt sich die Situation durch einen mehrstöckigen Aufbau der Gitterstrukturen (**Schema 15**). Das Grundgerüst aus gröberen Fäden dient dazu, sowohl das Einfließen der Schmelze zu erleichtern, als auch die Stabilität des Endproduktes zu verstärken. Die Fäden feineren Kalibers, in einem zweiten Arbeitsgang darübergerlegt, bestimmen das Bild des Objektes. Die Betrachter nehmen, da die grobgliedrigen Trägerfäden optisch zurück treten, nur noch die ultradünnen Deckfäden mit ihrer starken Reflexion wahr ([Abb. 42](#), [Abb.43](#)).

Beim stufenweisen Aufbau können Lufteinschlüsse in jedem Niveau in den Maschen verbleiben und entsprechend kann man unabsichtliche Metallfüllungen auf verschiedenen Ebenen finden (**Schema 15c**). In Fällen, in denen die Mehrzahl der Lücken aufgefüllt wurde, kann sich der Giesser veranlasst fühlen, auch die restlichen Maschen durch Sekundärreparaturen zu verschliessen, um ein ästhetisch einheitliches Bild zu erzielen ([Abb. 44](#)).

<sup>30</sup> Nach dem Gesetz der parallelen Widerstände fließt dann die Schmelze in Richtung des niedrigeren Widerstandes

**Schema 15: Mehr-lagige Fadengitter:****a****b****c**

**a:** Die verletzlichen dünnen Einzelfäden sind mit einem Trägergerüst aus dickeren Fäden unterlegt.

**b:** Links: Beim mehrschichtigen Auffüllen der Maschen mit Schlick wurde Luft auf dem Niveau der zweiten Lages eingeschlossen. Rechts: Luft liegt an der Basis des einen Trägerfadens sowie im Intervall

**c:** Entsprechend liegt die resultierende Goldbrücke nicht direkt der Rückseite des Objektes an; der eine Trägerfaden ist an seiner Basis verbreitert

## Wachsschmelztechnik

Bei der Formung des Wachsmodells spielen auch Schmelzmethoden eine Rolle. Ob Granula befestigt oder ob Figürchen angeschmolzen werden sollen, ob zur Verlängerung von Wachsfäden zwei Fadenenden miteinander vereinigt werden müssen – stets geht es darum, die Wachstrukturen so zu verbinden, dass man davon nichts sieht. Welche Ansprüche dies an die Geschicklichkeit der Handwerker stellt, braucht hier wohl nicht weiter erörtert zu werden, und es erstaunt wohl kaum, dass man gelegentlich auf diesbezügliche Gussfehler stösst (siehe [Abb. 23](#)).

In speziellen Situationen ist die Sichtbarkeit einer verflüssigten Wachstruktur jedoch gerade das Ziel. Für die Wahl der Schmelztechnik sind vor allem ästhetische Gesichtspunkte ([Abb. 45](#) und [46](#)) massgebend.

Die Oberflächenschmelzung aber auf die oberste Schicht allein zu begrenzen – in unmittelbarer Nachbarschaft von ultrafeinen Strukturen - stellt aussergewöhnliche Ansprüche an die Temperaturregelung. Dies dürfte der Grund sein, dass diese Technik nur selten ausgeübt wird<sup>31</sup>, und dass genaue Beschreibungen fehlen. Man kann bloss vermuten, dass die Giesser für diesen Zweck einen erhitzten Metallgegenstand in die Nähe der zu schmelzenden Stellen halten. Um Nebenwirkungen zu verhüten, muss dort die Wachsschicht so dünn sein, dass sie schon flüssig wird, bevor der Schmelzprozess auch benachbarte Strukturen erfasst.

## Endbearbeitung der Gussstücke

Sobald sich die Form abgekühlt hat, öffnen die Giesser den Tiegel und kontrollieren durch einen Blick in den Trichter das Resultat. Sind schon jetzt allfällige Fehler erkennbar, können sie die Prozedur noch in der alten Gussform wiederholen<sup>32</sup>. Andernfalls befreien sie das Gussstück vollständig vom Mantel und vom Kern, entfernen die metallenen Eingüsse und feilen deren Ansatzstellen glatt. Die weitere Bearbeitung betrifft die Struktur der Oberflächen.

### Politur

Die gesamte Oberfläche ist ohne weitere Bearbeitung ebenmässig und glatt, wenn der Giesser das Wachsmodell mit grosser Sorgfalt geglättet und beim Einbetten allerfeinstes Lehmgemisch aufgetragen hat. Gussstücke mit niedrigeren Ansprüchen hingegen sind rau, und falls irgendwo polierte Stellen existieren, sind diese erst im Nachhinein entstanden.

---

<sup>31</sup> Weder in den Katalogen der Sammlung Barbier-Müller, noch derjenigen der Sammlungen Glassel und Liaunig finden sich Abbildungen von einschlägigen Objekten.

<sup>32</sup> Manche Giesser treffen bereits beim Zusammenbau des Tiegels Vorkehrungen für ein späteres selektives Aufbrechen. Sie bestreichen die Kontaktstelle zwischen Deckel und Trichter mit einer dünnen Schicht aus Holzkohle-Lehmgemisch, damit sich diese nach dem Guss gezielt, genau an dieser Stelle, zerbrechen lässt.

Nachträgliche Polituren sind daran zu erkennen, dass das Objekt nur stellenweise betroffen ist. Bei Nachbehandlungen durch einen Giesser sind diejenigen Stellen geglättet, die er mit ihren Instrumenten erreichen konnte. Polituren durch Gebrauchsabrieb erfassen nur die vorspringenden Teile<sup>33</sup>. Gänzlich unpolierte Oberflächen kommen in der Regel bei Gegenständen vor, die nicht für den Gebrauch durch Einheimische bestimmt sind („Touristenware“).

## Nachvergoldung

Um spezielle visuelle Bedürfnissen der Benutzer zu befriedigen, lassen sich die Oberflächen von Goldobjekten durch Patinieren und Nachvergoldung veredeln. Dazu gibt es zwei verschiedene Methoden. Die eine ist die Erhöhung der Goldkonzentration an der Oberfläche durch zusätzlichen Goldauftrag (*additives* Verfahren). Die andere ist ein *subtraktives* Verfahren, bei dem allfällige Fremdmetalle aus dem Gold entfernt werden.

Früher setzten die westafrikanischen Giesser ihre Goldobjekte Bädern mit Säuren und Ätzmitteln aus<sup>34</sup>, welche Schlacken und Legierungsmetalle geringerer Qualität aus der Oberfläche herauslösten und so auch bei minderwertigen Legierungen einen „echten“ Goldglanz erzeugten. Die Glätte, resp. Rauigkeit der resultierenden Oberflächen kann auch hier als Qualitätsmerkmal dienen, denn an ihr lässt sich der Goldgehalt der ursprünglichen Legierung abschätzen: je geringer der Goldanteil, desto mehr Fremdmetalle werden herausgelöst, desto grössere Unregelmässigkeiten resultieren.

In neuerer Zeit wird auch in Westafrika durch Aufschmelzen von Goldstaub nachvergoldet.

## Beurteilung des Gesamtergebnisses

Dass Gussfehler nicht selten sind, erstaunt kaum, wenn man bedenkt, wie viele Interaktionen antagonistischer technischer Faktoren, wie viele Einzelmanipulationen mit höchsten Präzisionsansprüchen an einem Erfolg beteiligt sind – und dass jeder einzelne dieser Faktoren Murphy's Law untersteht<sup>35</sup>.

Technische Mängel machen aber Objekte für die lokalen Auftraggeber nicht automatisch unbrauchbar. Nach ihrem Verständnis geht es nicht um „Kunst an sich“ im Sinne europäischer Kunstauffassung. Ihre Objekte sind vielmehr Gebrauchsgegenstände für den Kult, Prunk für höfisches Zeremoniell und Statussymbole. Giesser und Auftraggeber bestimmen, ob sie trotz Mängeln für einen beabsichtigten Zweck taugen, ob sie repariert werden sollen, oder ob man sie schlicht wieder einschmilzt. Nach welchen Kriterien die Entscheide gefällt werden, ist für Aussenstehende nicht immer ersichtlich (siehe auch: René David, Anmerkung 39).

<sup>33</sup> Dies gilt auch für Gegenstände, die von Fälschern zur Vortäuschung „echter“ Gebrauchsspuren mit viel Geschick nachberiebt wurden.

<sup>34</sup> Diese langwierigen Verfahren sind aber nicht ungefährlich. Nach René David (persönliche Mitteilung), wurden früher die Goldschmiede in Afrika nicht alt. Die Ätzmittel (Alaun, Salpeter, Salzgemische) sind so aggressiv, dass die Lungen der - ungeschützt arbeitenden - Künstler rasch zerstört werden.

<sup>35</sup> „If something can go wrong, it will“ dieses nach Edward E. Murphy bezeichnete Gesetz kann als Grundprinzip der Statistik gelten, wonach auch Ereignisse von minimaler Wahrscheinlichkeit irgendwann einmal eintreffen müssen.

## Die Imperfektionstoleranz

Die Imperfektionstoleranz, d.h. das Ausmass an technischen Mängeln, das noch akzeptiert werden darf, variiert in den verschiedenen Kulturen. Bei den Akanvölkern ist sie interessanterweise ausgesprochen gross, und viele Objekte, die im Westen verworfen worden wären, betrachten sie als durchaus funktionstüchtig. Die Komplexität des Umganges mit imperfekten Resultaten lässt sich am besten an Beispielen illustrieren ([Abb. 53](#), [54](#), [55](#), [56](#), [57](#))

Eine grosszügige Imperfektionstoleranz hat den Vorteil, dass sie den Künstlern Freiheit verschafft in der Gestaltung, zum Ausleben der Phantasie, zum Experimentieren. Grosse Freiheit im Fehlermachen ist eine wichtige Grundlage der Kreativität, und vielleicht liegt hier das Geheimnis des lebendigen Eindrucks, den die afrikanische Kunst auf uns ausübt<sup>36</sup>.

Allerdings spielen für die Imperfektionstoleranz immer mehr auch fremde Gesichtspunkte eine Rolle, wie die Feststellung von Doran Ross zeigt: *“Most flawed castings are melted down and the gold reused. An important point about Asante gold casting is that most casters would often make three or four virtually identical wax models and cast them simultaneously to help ensure a successful outcome. In the more distant past, the less successful castings would be melted down for future projects, but more recently they have been sold on the international art market. A peculiar phenomenon of this market seems to be an attraction to flawed castings as if they somehow represented “primitive” art and technology”*<sup>37</sup>. So sind neuerdings ausgerechnet auswärtige Einflüsse dafür verantwortlich, dass die Imperfektionstoleranz der afrikanischen Goldschmiede ansteigt. Als Konsequenz sinkt allerdings auch der Anreiz, Erzeugnisse von höchster Qualität zu produzieren.

Ob sich hier eine Wende abzeichnen wird, weil die Angehörigen der Eliten bei ihrer Ausbildung an den Universitäten in England und USA mit westlichen Werten in engen Kontakt kommen, ist eine offene Frage.

---

<sup>36</sup> Interessanterweise figuriert auf dem Schutzumschlag des grossen Katalogs der Sammlung Barbier-Mueller „Gold of Africa“ von Garrard (1989) ein ausgeprägter Fehlguss, den Raimond A. Silvermann 1990 (African Arts, UCLA, Vol. XXIII ,2, p.71) in seiner Review kommentiert: *“...The image chosen to adorn the cover is a sinister-looking casting of a human head....Technically it is severely flawed - the worst example of lost-wax casting in the entire collection. Why was this deformed piece selected for the cover of this otherwise impeccably designed catalogue? What sort of image of Africa does it project?”* Dass ausgerechnet dieses Objekt für Garrard und seinen Auftraggeber Barbier-Mueller wert schien, die Sammlung zu repräsentieren, zeigt, wie weit bei Auswärtigen die Meinungen über Fehlertoleranz auseinander gehen können.

<sup>37</sup> Doran Ross, personal communication

## Wiedereinschmelzung von Goldobjekten

Bei den Akan gilt es nicht als verwerflich, wenn nicht nur offensichtliche Fehlgüsse, sondern auch perfekte Goldgüsse wieder eingeschmolzen werden – eine Sitte, die unzählige Objekte, die für uns als Meisterwerke gelten würden, vernichtet hat. Als Gründe nennen Ethnologen die Bemühungen von Machthabern, auf Neugüssen Steuern zu erheben; eine kulturell begründete Tendenz, Neues dem Alten vorzuziehen; Verwertung der Beute nach kriegerischen Ereignissen, etc.<sup>38</sup> – wie auch immer: es ist noch heute nicht verpönt, den Materialwert des Goldes der künstlerischen Verarbeitung vorzuziehen<sup>39</sup>.

Wer sich darüber wundert oder gar empört, möge bedenken, dass die Goldobjekte, wie bereits erwähnt, als Gebrauchsgegenstände gelten. Einem Wiedereinschmelzen steht – ausser dem Bedauern auswärtiger Sammler - nichts entgegen.

## Die Tradierung der Erfahrung

Die hier geschilderten Abläufe verlangen ein Können und ein Wissen, das jahrhunderte lange Erfahrung voraussetzt. Aber wie wurde diese von einer Generation zur andern weitergegeben – ohne schriftliche Überlieferung?

Was die sichtbaren Abläufe betrifft, kann man verstehen, wie die Kenntnisse tradiert werden. Wie ein Meister Wachsmodele formt, wie er mit ultradünnen Fäden und Wandschichten umgeht, kann sein Lehrling durch genaues Beobachten erfahren. Auch wie er Lehmgemische für die Einbettung der Wachstformen zusammenstellt, wie er diese schonend aufbringt, wie er damit die Gussform aufbaut, kann man durch Zuschauen erlernen.

Aber wie steht es bei Vorgängen, die sich im Verborgenen, beim Guss in einem geschlossenen System, abspielen? Wie gelangen hier die Giesser zur Kenntnis der relevanten Parameter? Wie kommen sie auf die richtigen Verhältnisse der Innenvolumina, auf die korrekten Wanddicken für Tiegel und Objektmantel? Und

---

<sup>38</sup> *“The common Akan practice of melting down old ornaments has also caused the destruction of much early Akan gold-casting. According to Bowdich, Asante chiefs paid a tax to the Asanthe when their gold ornaments were recast, while “the royal gold ornaments are melted down every Yam custom, and fashioned into new patterns, as novel as possible” (Bowdich, T.E., Mission from Cape Coast Castle to Ashantee, London 1819, pp. 320, 279).*

*“For the reason given above most early Akan gold-casting has long since vanished.....” (zitiert in Garrard 1980, S. 106).*

Demgegenüber René David (2000): *“Trotzdem finden sich alte Gold-Schmuckstücke und Gold-Embleme heute noch immer vielfach in Familienbesitz und werden kaum zum Kauf angeboten... Der überwiegende Teil des königlichen Schmucks und die meisten Insignien finden sich auch heute noch an den alten Plätzen der Königsfamilien mit beinahe allen Originalteilen..... Ich kann dies aus eigener Anschauung bezeugen... Es ist also zweifelhaft, ob die oben beschriebene Tradition des Einschmelzens von Goldschmuck je in letzter Konsequenz ausgeführt wurde. So ist etwa bekannt, dass meist nur beschädigte und wenig attraktive Objekte den Weg zum Goldschmied fanden.“*

<sup>39</sup> Ein mir persönlich bekannter Akademiker aus vornehmer Familie der Ashanti, der seit Jahren in der Schweiz etabliert ist, erzählte kürzlich, dass seine Mutter und seine Schwester ihren Familienschmuck eingeschmolzen hätten, um eine Europareise zu finanzieren. *„Wenn sie geahnt hätten, wieviel sie für den intakten Schmuck in Europa hätten lösen können....“*



woher stammt die Kenntnis der komplizierten Beziehungen zwischen Luftvolumen (Sauerstoff) und Holzkohlegehalt im Lehm Mantel?

Hier führt auch jahrelanges Zuschauen nicht weiter. Im Prinzip bleibt nur die Analyse von Misserfolgen. Aber worauf basieren diese? Die Giesser erhalten über die Interaktionen der oben genannten Faktoren ja keinerlei Feedback, weder während des Gussprozesses noch nach dessen Abschluss. Nach der Zerstörung der Tonhüllen gehen nicht nur die Formen, sondern mit ihnen auch die gussrelevanten Daten verloren. Das Erfahrungswissen beruht gewiss nicht auf theoretischen Kenntnissen (Physik und Chemie), sondern es entsteht allein durch intuitive Interpretationen von Resultaten<sup>40</sup>.

Wie aber, wenn die empfindliche Traditionskette einmal unterbrochen wird? Erstaunlich wäre ein derartiges Ereignis nicht, wenn man bedenkt, dass bei den Akanvölkern die Goldgiesser als Gilde eine geschlossene Gesellschaft waren (und sind), in der das Wissen als strenges Geheimnis gehütet wurde (und wird). Zudem war die Zahl der Giesser nie gross, denn die beschriebene Art der Goldverarbeitung beschränkte sich bei den Akanvölkern auf das enge Umfeld der Königshöfe. Sollten die wenigen Geheimnisträger verschwinden, sei es durch Intrigen am Hof, durch Stammesfehden oder durch Epidemien, so wären ihre Kenntnisse unwiederbringlich verloren.

Dass sich dies tatsächlich ereignet haben könnte, ist nicht auszuschliessen. Wenn nämlich die Berichte stimmen, wonach seit mehreren Jahrzehnten keine Goldgüsse in ultrafeiner Qualität mehr hergestellt werden, so weist das darauf hin, dass viele Kenntnisse der dazu nötigen Raffinements verloren gegangen sind<sup>41</sup>. Dies ist denn wohl auch der Grund, warum Fröhlich seinen Beitrag zur Technik der Goldgiesser (1981) mit der Bemerkung schliesst: „Dieser Katalog beschreibt und zeigt Vergangenheit...“<sup>42</sup>.

---

<sup>40</sup> Die Begegnung von westlicher und afrikanischer Mentalität kommt gut zum Ausdruck im Bericht von Prof. Johanna Dahm, die 1997 beim Hofgoldschmied (Nana) in Kumasi zur Erlernung der Ashanti-technik weilte. Alle ihre Gussversuche waren damals misslungen:

*“With time I come to understand the African method of learning. It consists of minute observation and imitation, not asking questions. Normally my questions are not answered – or if they are, then it is in the form of evasion through humor. Quickly I notice that it is even considered impolite to ask questions, as this is interpreted as doubt, an unthinkable insult to a Nana.”*

*“...A Ghanaian librarian at the University of Kumasi calms me down, saying that if my work had been successful it would have contradicted two traditional beliefs. First, that the profession needs to be learned from an early age through heredity and imitation, not just in two months, and second, that the profession of goldsmith may not be exercised by a woman....”*

*“...shortly before my departure, Nana does answer one of my “why” questions. Maybe, he thinks, there is a correlation between the failed castings and the fact that we didn’t pour Dutch schnapps onto the table, bench, tools and furnace. We should have accompanied this sacrifice to the ancestors with an appeal to the spirits to be forgiving towards my inappropriate – for this work - gender.....”* (Dahm, 1999, p. 42)

<sup>41</sup> Als Beispiel: In Garrard, „Gold of Africa“ (1989) werden in einer Serie von Photographien verschiedene Stadien der Manipulationen beim Goldguss gezeigt. Als deren Resultat bildet der Autor jedoch nicht ein damals hergestelltes Objekt ab, sondern eine alte Goldfadenplatte. Dazu die Legende: *“Figs 131-139 Various stages in the making of a Baule Gold bead: The example reproduced here is an old bead whose wax threads have a diameter of about 0.35 mm. Modern casters can rarely achieve such fineness. Their wax threads usually have diameters of 1 mm or more.”*

<sup>42</sup> In Fischer, Himmelheber und Fröhlich, 1981, p.57

Mit dem Einzug moderner Methoden ändert sich die afrikanische Goldgiesserkunst. Dank grösserer Zuverlässigkeit erzielen die Giesser genauer berechenbare Resultate und sind deshalb auch weniger auf Einflüsse übernatürlicher Kräfte angewiesen.

Dennoch ist es lohnend, sich mit den alten Techniken zu befassen. Wenn wir sie kennen, wird es uns möglich, beim Betrachten ihrer Resultate das ganze Spektrum der Kreativität wahrzunehmen und zu würdigen. Erst wenn wir sie verstehen, können wir das Genie der Menschen zu erfassen, die mit unglaublich einfacher Ausrüstung Meisterwerke von höchstem Raffinement schufen - Werke, welche Bewunderung und Verwunderung, Staunen und Neugier auch in unserer Zivilisation auslösen, die dank einem Überfluss an technischen Möglichkeiten allmählich verlernt, sich zu wundern.

## Anhang

### Giessen nach dem Schwerkraftprinzip

Eine Variante der Wachsausgusstechnik im geschlossenen System beschreibt Max Fröhlich (1979) bei den Giessern im Kameruner Grasland. Sie unterscheidet sich von der Technik der Akan in der Kraft, die die Schmelze vorantreibt, und infolgedessen auch im Aufbau der Gussform.

Besonderheiten dieses Verfahrens:

- Es handelt sich um das Giessen mit Buntmetall (sog. Gelbguss aus einer Legierung von verschiedenen Altmetallen: Kupfer, Zink, Zinn, Blei etc).
- Das Material ist weniger kostbar als Gold.
- Wenn der Preis der Materialien kein einschränkender Faktor mehr ist, können auch grössere Objekte gegossen werden
- Bei diesen wird der Fließwiderstand geringer
- Für den Antrieb genügen dann kleinere Kräfte, z.B. Schwerkraft
- Die Schwerkraft lässt sich verstärken, indem das („billige“) Metall im Überschuss in den Tiegel eingegeben wird<sup>43</sup>.
- Die Wandungen sind überall porös, damit die Luft überall transmural entweichen kann. Der Tiegel und der Objektmantel müssen nicht unterschiedlich aufgebaut werden, da keine Druckdifferenz angestrebt wird.
- Im Gegensatz zur Technik der Akan werden in den Lehm weder anorganische Zusatzmaterialien noch pulverisierte Holzkohle eingearbeitet. Der Mantel besteht aus grobem Lehm, der noch gewisse Verunreinigungen und organische Einschlüsse aus Fasern, zerriebenem Dung u.ä. enthält. Das Lehmgemisch wird direkt – ohne schützende Unterlage aus Schlick – auf das Wachsmo- dell gepresst in Form von Kügelchen. Dadurch wird der Auftrag inhomogen und durchlässig.
- Das Wachs kann vor dem Guss nicht ausgegossen und wiederverwendet werden, da der Tiegel schon vor der Erwärmung ringsum abgeschlossen wurde. Es bleibt nach dem Einbetten in der Form, fließt beim Erhitzen der Gussform in den Tiegel und verdampft dort auf der Metallschmelze.
- Für den Eingusskanal wird an Stelle von Wachs ein provisorischer Holzspalt verwendet, vermutlich um nicht rekuperierbares Wachs einzusparen.
- Im Ofen wird die Form in ihrer Gesamtheit von Glut umgeben, da keine Temperaturdifferenz benötigt wird. Da somit auch der Objektmantel eine hohe Temperatur erreicht, wird die ganze Form porös und der Druck fällt bereits vor dem Wenden gesamthaft ab.
- Beim Wenden sind die Bewegungen langsam und gemessen, die Form wird längere Zeit in der Horizontalen belassen, damit die Schmelze sich allmählich in die Hohlräumen ausbreiten kann.

---

<sup>43</sup> Das „trifle“ im Sinne von Sherlock Holmes (siehe Anmerkung 6) ist hier die Beobachtung, dass nach dem Guss im Tiegel noch eine Menge Metall verbleibt, das die Giesser entweder auslaufen lassen, oder abkühlen und dann herausstemmen. Nach Fröhlich wird etwa das Doppelte des Objektgewichtes in den Tiegel gegeben.

- Nach dem Erkalten des Tiegels, beschleunigt durch Aufsprengen von Wasser, wird der Deckel aufgebrochen, der dort verbliebene Metallüberschuss durch erneutes Übergießen mit Wasser verfestigt und dann herausgestemmt.
- Wenn auch der Objektmantel ausgekühlt ist, wird die gesamte Form zerschlagen und das gegossene Objekt aus seiner Umhüllung befreit.

***Schemata A1-A7, nach Originalzeichnungen von Max Fröhlich<sup>44</sup>***



**A1**

**Schema A1:** Wachsmodell für einen Vollguss



**A2**

**A3**

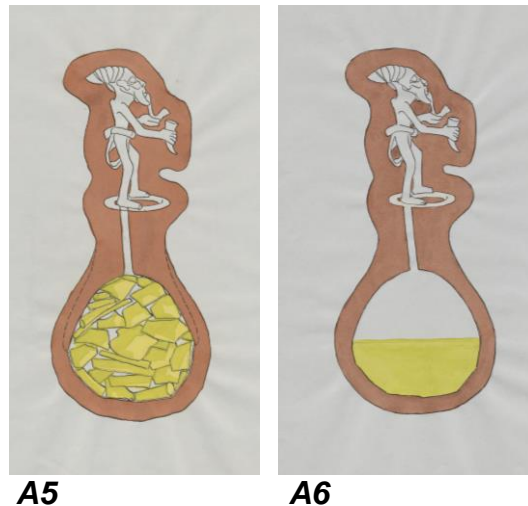
**A4**

**Schema A2:** Das Wachsmodell wird in die Lehmischung eingebettet und ein Eingusspliss angelegt

**Schema A3:** Eine zweite Lehmschicht von gleicher Dicke und Komposition wird darüber gelegt und am Eingang ausgeweitet als Ansatz für den Trichter.

**Schema A4:** Der Trichter wird aus gleichem Material angefügt und dann das Raffiastäbchen herausgezogen.

<sup>44</sup> Vorlagen für den Druck von „Gelbgiesser im Kameruner Grasland (Museum Rietberg, 1979). Sie befinden sich heute im Schweizerischen Landesmuseum, das den Nachlass von Max Fröhlich beherbergt

**A5****A6**

**Schema A5:** Der Trichter wird mit Bruchmetall übervoll gefüllt, sodass das Material seinen Rand weit überragt. Im Gegensatz zur Technik der Akan fertigen die Kameruner Giesser den Deckel des Tiegels nicht separat, sondern bauen ihn aus dem gleichen Faserlehmmaterial direkt über einem Blatt auf, das sie als Schutzschicht über dem Metallberg angebracht haben. Dann fügen sie eine zweite Lehmsschicht, analog zu derjenigen am Objektmantel, an und verstreichen sie direkt mit dem Trichter

**Schema A6:** Das Metall wird geschmolzen und sammelt sich am Boden des Tiegels an.

**A7**

**Schema A7:** Nach dem Wenden fließt die Metallschmelze allmählich in den Objekthohlraum, das überschüssige Metall verbleibt im Tiegel

Die Gegenüberstellung des Druckdifferenzprinzips bei den Akanvölkern und des Schwerkraftprinzips bei den Giessern in Kamerun, beweist, wie sehr der Erfolg von den Interaktionen unscheinbarer Details abhängt. Dies zeigte sich zum Beispiel auch beim Versuch des Goldschmiedes Max Fröhlich<sup>45</sup> (1979), die Technik der Giesser im Kameruner Grasland zu verbessern<sup>46</sup>.

<sup>45</sup> Siehe Fröhlich, Max: "Gelbgiesser im Kameruner Grasland"; Museum Rietberg, Zürich, (1979)

<sup>46</sup> Dort hatte der Missionar Dr. Hans Knöpfli versucht, den Stämmen durch den Verkauf ihrer Bronzefiguren an Touristen und Sammler eine Einnahmequelle zu verschaffen. Da der Absatz wegen schlechter Qualität der Güsse stockte, zog er Fröhlich bei.  
Siehe Knöpfli, Hans: "Grasland" Peter Hammer Verlag, Wuppertal, (2008)

Die grobkörnige Struktur des dort verwendeten Lehmmantels hatte sich in einer ebenso grobkörnigen Oberfläche der Gussobjekte widergespiegelt, was deren Wert im Handel minderte. Auf Grund seiner Erfahrung bei den Giessern der Akan begann deshalb Fröhlich – um diesen ebenbürtige Resultate zu erzielen - als erste Schicht feinsten Schlick auf die Wachfigur aufzupinseln. Sein Versuch misslang jedoch, da während des Giessens im Mantel Risse entstanden - vermutlich weil sich unter der dichten Umhüllung ein Druck aufgebaut hatte. Erst als er die erste Schicht so auftrug, dass die Wandung durchlässig blieb, kam er zu brauchbaren Resultaten.

Merkwürdigerweise wird dieselbe Technik, das Wachsausgussverfahren im geschlossenen System nach dem Schwerkraftprinzip, noch an einem anderen, weit entfernten Ort ausgeübt. Auf einem eng begrenzten Raum im Osten Indiens leben einige Familien der Dokra, Mitglieder der untersten Kaste („Other Backward Cast“). Ursprünglich nomadisch, jetzt sesshaft geworden in der Gegend von Orissa, bestreiten sie ihren Lebensunterhalt durch das Giessen von Kleinplastiken aus Gelbmetall. Die Beschreibungen von Johanna Dahm (2008), die sich dort während einiger Monate mit ihrer Technik vertraut machte, stimmen mit minimalen Abweichungen mit denjenigen von Fröhlich überein. Wie es kommt, dass ausgerechnet zwei voneinander weit isolierte Kulturen mit einer Technik arbeiten, die sonst nirgendwo benützt wird, bleibt vorläufig ein ungelöstes Rätsel<sup>47</sup>.

---

<sup>47</sup> Die Hypothese einer Kulturmigration, die Dahm vermutet, müsste die Frage beantworten, warum man keinerlei Zwischenstationen zwischen Kamerun und Orissa findet. Zum anderen müsste sie erklären, warum in Indien, in einer Gegend, in der das konventionelle offene Wachsausgussverfahren weit verbreitet ist, ausgerechnet eine Gruppe aus der unberührbaren Kaste die Kameruner Variante des geschlossenen Systems benutzt. All dies würde eher auf eine Einzelperson als Übermittler hinweisen, der die Methode im Rahmen der Entwicklungshilfe lehrte. Weitere Abklärungen werden zeigen, ob sich einschlägige Dokumentationen finden lassen.

## Literaturverzeichnis

- Ayensu, Edward S.: "Ashanti Gold"; Marshall Editions, London, (1997)
- Cole, Herbert M. and Doran H. Ross: The Arts of Ghana, University of California (1977)
- Dahm, Johanna: "Lost and Found"; Verlag Niggli AG, Zürich, (1999)
- Dahm, Johanna: "same same, but different", Verlag Niggli AG, Zürich (2008)
- David, René: "Moderne Zeiten Goldkunst der Ashanti im heutigen Ghana" in "Ife, Akan und Benin", Ausstellungskatalog Schmuckmuseum Pforzheim, 2000
- Fischer, E., H. Himmelheber, M. Fröhlich: „Das Gold in der Kunst Westafrikas“; Edition Museum Rietberg, Zürich, (1975/81)
- Förster, Till: „Glänzend wie Gold“; Museum für Völkerkunde, Berlin, (1987)
- Fröhlich, Max: "Gelbgiesser im Kameruner Grasland"; Museum Rietberg, Zürich, (1979)
- Fröhlich, Max: „Zur Technik des Goldgusses bei den Ashanti (Ghana)“ in „Das Gold in der Kunst Westafrikas“, Museum Rietberg Zürich, (1981)
- Garrard, Timothy F. : "Akan Weights and the Gold Trade"; Longman Group, London and New York, (1980)
- Garrard, Timothy F. : "Gold of Africa"; Prestel-Verlag, München, (1989)
- Knöpfli, Hans: "Grasland" Peter Hammer Verlag, Wuppertal, (2008)
- Knöpfli Hans: "Crafts and Technologies: Some Traditional Craftsmen of the Western Grasslands of Cameroon" The British Museum Press, (1997)
- Menzel, Brigitte: "Goldgewichte aus Ghana" Museum für Völkerkunde, Berlin, (1968)
- Ross, Doran H. und Georg Eisner: „Das Gold der Akan“, Museum Liaunig, Neuhaus, (2008)
- Ross, Doran H.: „Gold of the Akan from the Glassell Collection“ The Museum of Fine Arts, Houston (2002)
- Silvermann, Raimond A.: „African Arts“, UCLA, Vol. XXIII ,2, (1990)

Für wertvolle Unterstützung und Anregungen danke ich:

Prof. Johanna Dahm, Zürich CH

Denise und René David, Zürich CH

Jean und Jane David, Galerie Walu, Zürich CH

Christian Dominguez, Leica, Heerbrugg, CH

Susanne Eisner-Kartagener, Bolligen CH

Dr. Lorenz Homberger. Rietberg Museum, Zürich CH

Pfarrer Dr. Hans Knöpfli, Basler Mission, Kriegstetten CH

Dr. Peter Lanz, Schweizerisches Landesmuseum, Zürich CH

Dipl. Kfm. Herbert Liaunig, Neuhaus, Österreich

Prof. Doran H. Ross, Los Angeles, USA

Pfarrer Robert Scheuermeier, Muri b. Bern, CH