



# Über die Vereinfachung der Gewichtsberechnung bei Umlegierungen

von  
Alfred J. Römer

(veröffentlicht in Uhren & Juwelen 10/1993)

Inhalt:

<b>VORWORT</b> .....	<b>2</b>
<b>DIE PRAXIS</b> .....	<b>3</b>
<b>Das Auf- und Ablegieren:</b> .....	<b>3</b>
<i>Tabelle 1: (Goldlegierungen)</i> .....	3
<i>Tabelle 2: (Silberlegierungen)</i> .....	4
<b>Das Umlegieren (zwei Legierungen werden zu einer dritten legiert)</b> .....	<b>5</b>
<i>Tabelle 3: (Umlegierungen)</i> .....	5
<b>DIE THEORIE</b> .....	<b>7</b>
Zum Auf- und Ablegieren: .....	7
Zum Umlegieren .....	8
<b>ANHANG</b> .....	<b>10</b>



Abbildung 1 ein Maria-Theresientaler war schon oft Opfer der Ein- & Umschmelzung



## VORWORT

Die im folgenden vorgestellten Tabellen entstanden zur Vereinfachung jener Legierungsrechnungen, die bei der Verwendung von Goldlegierungen mit unterschiedlichen Feingehalten auftreten.

Sie sind die, meines Erachtens, allgemeinste Form und ermöglichen durch ihre einfache Handhabung und Übersichtlichkeit eine unkomplizierte Anwendung.

Sie können und sollen aber nicht das Wissen um die Grundlagen des Legierungsrechnens beim Goldschmied ersetzen, oder verdrängen, sondern nur den rechnerischen Alltag des Meisters vereinfachen.





## DIE PRAXIS

In diesem Abschnitt möchte ich die Tabellen und ihre Anwendung selbst zeigen, wie sie sich im Gebrauch darstellen. Im nächsten werde ich dann dem interessierten Leser die Herleitung der Zahlen, wie ich hoffe, übersichtlich beschreiben.

Auch sollen hier nur die gesetzlichen Feingehalte berücksichtigt werden:

	<b>Au</b>	<b>Ag</b>
Nr.1	0,986	0,925
Nr.2	0,900	0,900
Nr.3	0,750	0,835
Nr.4	0,585	0,800



## Das Auf- und Ablegieren:

Die ersten beiden Tabellen (1 und 2) betreffen das Auf- oder Ablegieren von einer Legierung zu einer anderen.

Mit anderen Worten, man möchte etwa von einer Goldlegierung Nr.4 zur Goldlegierung Nr.3 auflegieren und möchte wissen, wie viel Feingold man hinzugeben muss. Zu diesem Zweck sieht man in der Tabelle 1 (Goldlegierungen) unter Nr.4 nach und geht so weit nach rechts, bis man sich unter der Nr.3 befindet.

Die dort befindliche Zahl (der Umrechnungsfaktor) gibt nun an, wie oft man das Gewicht der vorhandenen Legierung Nr.4 multiplizieren muss um genau jenes Gewicht an Feingold zu erhalten, das man zur Auflegierung benötigt.

Tabelle 1: (Goldlegierungen)

von \ nach	<b>Nr.4</b>	<b>Nr.3</b>	<b>Nr.2</b>	<b>Nr.1</b>
<b>Nr.4</b>	<b>0</b>	0,66	3,5	28,643
<b>Nr.3</b>	0,282	<b>0</b>	1,5	16,857
<b>Nr.2</b>	0,53846	0,2	<b>0</b>	6,143
<b>Nr.1</b>	0,68547	0,315	0,09555	<b>0</b>

### Beispiel 1:

14kt Gold soll auf 18kt aufgelegt werden: 10g Nr.4 -> ? g Nr.3

der Multiplikator für Nr.4 → Nr.3 = 0,66

$10g \times 0,66 = 6,6g$

das ist die Menge Feingold, die ich hinzugeben muss! Somit erhalte ich nach dem Auflegieren 16,6g Nr.3



Ebenso kann man auch ablegieren, wobei dann aber das Gewicht des zuzugebenden Zusatzmetalls erhöht (anstelle des Feingoldes).

### Beispiel 2:

Nr.1 → Nr.4 (wie viel Gramm 14kt erhalte ich aus einem Dukaten mit 3,49g ?)

Der Multiplikationsfaktor in diesem Fall ist **0,68547** und aus einem Dukaten lässt sich somit unter Zugabe von **2,39g** Zusatz genau **5,88g** Gold Nr.4 herstellen.

Dasselbe funktioniert natürlich auch mit Silberlegierungen. (siehe Tabelle 2) Versuchen Sie es ruhig selbst, mit diesem System Auf- und Ablegerungen zu errechnen. Man wird dabei leicht an seine Berufsschulzeit erinnert. Aus eigener Erfahrung wage ich zu behaupten, dass Sie mehr als zehnmals so schnell wie beim detaillierten Ausrechnen sein sollten. (Man verrechnet sich auch nicht so leicht).

Tabelle 2: (Silberlegierungen)

von \ nach	Nr.4	Nr.3	Nr.2	Nr.1
Nr.4	<b>0</b>	0,21212	1	1,6
Nr.3	0,04375	<b>0</b>	0,65	1,2
Nr.2	0,125	0,07784	<b>0</b>	0,3
Nr.1	0,15625	0,10778	0,02777	<b>0</b>



## Das Umlegieren (zwei Legierungen werden zu einer dritten legiert)

Tabelle 3 ermöglicht nun das Errechnen der passenden Gewichte, wenn man als Ausgangspunkt zwei Legierungen hat und damit eine dritte erzeugen will.

### Beispiel 3:

Eine fixe Menge Nr.1 soll mit einer zu errechnenden Menge Nr.4 zu einer Legierung Nr.3 verarbeitet werden.

In der Tabelle 3 sucht man sich die Entsprechung:

**Nr.1 + Nr.4 → Nr.3** gegeben Nr.1

nebenstehend ist dann die Zeile: **Nr.1 + (Nr1 x 1,43030) = Nr.3**

Sie besagt, dass man das Gewicht von Nr.1 mit 1,43030 multiplizieren muss um das Gewicht der zuzugebenden Menge Nr.4 zu erfahren. (Beide Mengen addiert ergeben dann das Gewicht der entstehenden Legierung Nr.3.

Tabelle 3: (Umlegierungen)

Legierungsvorgang	gegebene Legierung	gesuchte Legierung	neue Legierung
<b>Nr.1 + Nr.3 → Nr.2</b>	geg.: Nr.1	Nr.1 +	(Nr.1 x 0,573333) = Nr.2
	geg.: Nr.3	Nr.3 +	(Nr.3 x 1,744186) = Nr.2
<b>Nr.1 + Nr.4 → Nr.3</b>	geg.: Nr.1	Nr.1 +	(Nr.1 x 1,430303) = Nr.3
	geg.: Nr.4	Nr.4 +	(Nr.4 x 0,699154) = Nr.3
<b>Nr.1 + Nr.4 → Nr.2</b>	geg.: Nr.1	Nr.1 +	(Nr.1 x 0,273016) = Nr.2
	geg.: Nr.4	Nr.4 +	(Nr.4 x 3,662279) = Nr.2
<b>Nr.2 + Nr.4 → Nr.3</b>	geg.: Nr.2	Nr.2 +	(Nr.2 x 0,909090) = Nr.3
	geg.: Nr.4	Nr.4 +	(Nr.4 x 1,10) = Nr.3

### Beispiel 4:

Ein Dukat soll mit 14kt Gold zu 18kt legiert werden.

Gegebene Legierung: Nr.1 = 3,49g

Gesuchte Legierung: Nr.4 = (3,49g x 1,430303) = 4,99g

Neue Legierung: Nr.3 = 8,48g



**Beispiel 5:**

Ein Hundert-Kronenstück (Nr.2; 33,875g) soll mit 14kt Gold zu 18kt verschmolzen werden.

(Schema: Nr.2 + Nr.4 → Nr.3      geg.: Nr.2)

$$\text{Nr.2} = 33,875\text{g}$$

$$\text{Nr.4} = (33,875\text{g} \times 0,909090) = 30,795\text{g}$$

$$\text{Nr.3} = 33,875\text{g} + 30,795 = 64,67$$

Vielleicht ist es dem einen oder anderen schon untergekommen, dass er Münz- oder Dukatengold weiterverarbeiten musste und sich einer langen Rechenprozedur gegenüber sah. Dann wäre diese Tabelle eine Vereinfachung. Denn als solche ist sie ja gedacht; um Zeit und Konzentration für die eigentlichen Aufgaben des Goldschmieds zu gewinnen.





## DIE THEORIE

Die nun folgenden Absätze haben mit der Anwendung der Tabellen nichts zu tun. Sie sollen nur die Erklärung des Rechenvorganges darstellen, der zu jenen Zahlen geführt hat.

### Zum Auf- und Ablegieren:

Der Einfachheit halber schreibe ich ab nun:

**Fgh** für Feingehalt  
**Fgw** für Feingewicht  
**Zgh** für Zusatzgehalt  
**Zgw** für Zusatzgewicht  
**Rgw** für Raugewicht

der Index '1' bezeichnet die  
Ausgangslegierung  
der Index '2' bezeichnet die Ziellegierung

Da sich beim Auflegieren das Zgw nicht ändert, gilt  $Zgw_1 = Zgw_2$ .

Allgemein rechnet der Goldschmied wie folgt:

- \* aus dem  $Rgw_1$  errechnet er das  $Zgw_1$   $Rgw_1 \times Zgh_1 = Zgw_1$
- \*  $Zgw_1$  und  $Zgw_2$  sind gleich und so lässt sich auch das neue  $Rgw_2$  errechnen  $Zgw_1 : Zgh_2 = Rgw_2$
- \* das  $Rgw_2$  mal  $Fgh_2$  ergibt das  $Fgw_2$   $Rgw_2 \times Fgh_2 = Fgw_2$
- \* die Differenz von  $Fgw_2$  und  $Fgw_1$  ergibt nun die zuzuführende Menge  $Fgw_{\text{zusätzlich}}$   $Fgw_2 - Fgw_1 = Fgw_{\text{zusätzlich}}$

Man kann aber auch die Gleichung  $Fgw_2 - Fgw_1 = Fgw_{\text{zusätzlich}}$  nach den bekannten, beziehungsweise konstanten Größe hin auflösen.

Dies stellt sich dar, wie folgt:

$$\begin{aligned} Fgw_{\text{zusätzlich}} &= Fgw_2 - Fgw_1 \\ &= (Rgw_2 \times Fgh_2) - Fgw_1 \\ &= (Zgw_2 : Zgh_2 \times Fgh_2) - Fgw_1 && | Zgw_2 = Zgw_1 ! \\ &= (Zgw_1 : Zgh_2 \times Fgh_2) - Fgw_1 \\ &= (Rgw_1 \times Zgh_1 : Zgh_2 \times Fgh_2) - Fgw_1 \\ &= (Rgw_1 \times Zgh_1 : Zgh_2 \times Fgh_2) - Rgw_1 \times Fgh_1 \end{aligned}$$

$$Fgw_{\text{zusätzlich}} = Rgw_1 \times (Zgh_1 : Zgh_2 \times Fgh_2 - Fgh_1)$$



Damit habe ich die Formel aufgelöst nach einer gegebenen Größe ( $R_{gw1}$ ) und nach einer Konstante, die nur von der Art der Auflegierung abhängt (z.B. von Nr.4 → Nr.1; oder Nr.3 → Nr.2; etc. ...)

Diese Konstante rechne ich mir für jeden Übergang aus:

Nr.4 → Nr.3: 0,66                      Nr.4 → Nr.2: 3,5                      Nr.4 → Nr.1: 28,643  
Nr.3 → Nr.2: 1,5                      Nr.3 → Nr.1: 16,857    Nr.2 → Nr.1: 6,143

Diese Konstanten sind unabhängig vom Gewicht der Ausgangs- oder Ziellegierung, da in der Konstante nur Fgh und Zgh vorkommen. Ebenso verfährt man bei der Berechnung für das Ablegieren.

(Es werden statt  $F_{gh1,2} \rightarrow Z_{gh1,2}$  und statt  $Z_{gh1,2} \rightarrow F_{gh1,2}$  gesetzt)

## Zum Umlegieren

Die Tabelle 3 ist mathematisch vielleicht etwas aufwendiger.

Sie wird berechnet, indem man die zur Verfügung stehenden Daten über Feingehalte auflöst in einem Gleichungssystem mit zwei Unbekannten.

Dadurch, dass es nur vier zulässige Legierungen gibt und nur zwei Legierungen aus anderen, auf je zwei Möglichkeiten erzeugt werden können, vereinfachen sich die Voraussetzungen.

Der Einfachheit halber bezeichne ich nun die Legierungen:

Nr.1 (0,986 fein) mit <b>1</b>
Nr.2 (0,900 fein) mit <b>2</b>
Nr.3 (0,750 fein) mit <b>3</b>
Nr.4 (0,585 fein) mit <b>4</b>

Folgende Möglichkeiten sind denkbar:

- |                     |
|---------------------|
| a) <b>1 + 3 → 2</b> |
| b) <b>1 + 4 → 3</b> |
| c) <b>1 + 4 → 2</b> |
| d) <b>2 + 4 → 3</b> |

für a) ergibt sich folgendes Gleichungssystem:

$F_{gw_{1,2,3}}$	$(X \times 0,986) +$	$(Y \times 0,750) =$	$(Z \times 0,900)$
$Z_{gw_{1,2,3}}$	$(X \times 0,014) +$	$(Y \times 0,250) =$	$(Z \times 0,100)$
	↓	↓	↓
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>





Entweder gibt es Gewichtsangaben für **1** oder für **3** ; daher kürzt man am besten **2** heraus um eine Proportion zwischen **1** und **3** zu erhalten, je nach dem, was bekannt ist:

$$\begin{array}{l} | \quad \mathbf{X} \times 0,986 + \mathbf{Y} \times 0,750 = \mathbf{Z} \times 0,900 \\ | \quad (-\mathbf{X} \times 0,126) + (-\mathbf{Y} \times 2,250) = (-\mathbf{Z} \times 0,900) \end{array}$$

(es wurde bereits mit (-9) multipliziert um **Z** zu eliminieren!)

Nach der Addition der beiden Gleichungen:

$$\begin{array}{l} \mathbf{X} \times 0,86 = \mathbf{Y} \times 1,5 \quad (\text{ist } \mathbf{X} (=1) \text{ bekannt,} \\ \text{folgt: } \mathbf{3} = \mathbf{1} \times 0,573 ; \\ \text{ist } \mathbf{Y}(=3) \text{ bekannt,} \\ \text{folgt: } \mathbf{1} = \mathbf{3} \times 1,74486) \end{array}$$

die Summe der beiden (**1** + **3**) ergibt die Menge von **2**.

So verfährt man bei allen vier möglichen Gleichungssystemen und erhält dadurch die allgemeine Lösung aller acht Möglichkeiten.

Ich hoffe, mit diesem kleinen Beitrag zur Erleichterung der täglichen Arbeit und einen Beitrag zur Theorie der Goldschmiederei geleistet zu haben.

Abschließend sei auch noch bemerkt, dass in keiner der Tabellen etwaige Farbabstimmungen berücksichtigt worden sind, was jedoch keine prinzipielle Schwierigkeiten bieten dürfte. Auf Anfrage könnten sie nachgeliefert werden.



## ANHANG

Allgemeine Formel zum Auffinden der Konstanten beim Auf-/Ablegieren:

$$\mathbf{Fgw (Zgw)_{zusätzlich} = Rgw_{gegeben} \times \frac{Zgh(Fgh)_{gegeben} \times Fgh(Zgh)_{gesucht}}{Zgh(Fgh)_{gesucht}} - Fgh(Zgh)_{gegeben}}$$

Allgemeine Formel zum Auffinden der Konstanten beim Umlegieren:

$$\mathbf{Rgw_{gesucht} = Rgw_{gegeben} \times \frac{- Fgh_{gegeben} + Fgh_{gewünscht}}{Fgh_{gesucht} - Fgh_{gewünscht}}}$$

Wobei gilt:  $1 + 3 = 2$   
 $1 + 4 = 2$   
 $1 + 4 = 3$   
 $2 + 4 = 3$

entspricht:  $Rgw_{gesucht} + Rgw_{gegeben} = Rgw_{gewünscht}$

**Rgw<sub>gesucht</sub> = damit wird umlegiert**

**Rgw<sub>gegeben</sub> = das ist gegeben**

**Rgw<sub>gewünscht</sub> = das wird erzeugt**

