Scheiden, Zementieren und Färben – Rezepte eines rheinischen Wardeins aus der Zeit um 1450

Konrad Schneider

Im Historischen Archiv der Stadt Köln befindet sich ein um 1450 sorgfältig geschriebenes Manuskript von 48 Blättern in niederrheinischer Mundart aus der Hand eines Wardeins, der gleichermaßen gute Kenntnisse der Metallurgie und des Münzwesens besaß und seine gesammelten Informationen niedergeschrieben hat.[1] Wardeine waren frühe Chemiker im Bereich von Berg- und Hüttenwerken, Münzstätten und auch in amtlicher Funktion bei der Feingehaltskontrolle von Edelmetall und Edelmetallwaren im Handel. Die Berufsbezeichnung rührt vom französischen „gardien" (Aufseher) her, kam über das nordfranzösische „wardien" und das niederländische „wardijn" ins Deutsche, wo es die Begriffe Probierer, Huter und Aufzieher ersetzte. Im Bereich des Münzwesens schmolzen die Berufe des Probierers, also des Edelmetallfachmannes, und der des Verwahrers der Münzstempel zusammen und erstreckten sich auch auf die Kontrolle sowie Anfertigung von Gewichten. Wardeine besaßen gründliche metallurgische Kenntnisse, stammten oft aus dem Goldschmiedeberuf sowie aus dem Berg- und Hüttenfach und mussten auch das Scheiden von Gold-Silber-Legierungen (Güldischsilber) beherrschen.[2]

Der ungegliedert niedergeschriebene Text besteht bei aller Durchmischung aus zwei unterschiedlichen Teilen. Zum einen handelt der namentlich nicht bekannte und vom Niederrhein stammende Verfasser Fragen des Münzwesens und dessen Metrologie der Zeit um 1450 ab und geht dabei weit über den rheinischen Raum hinaus, zum anderen überliefert er eine metallurgische Rezeptsammlung. Wir wissen von ihm, dass er im rheinischen Raum und namentlich in Aachen und in der südniederländischen Herrschaft Reckheim tätig war und auch mit Kollegen in der Region Kontakt hatte. Es schien angemessen, diesen Teil gesondert zu bearbeiten.[3] Neben dem geldgeschichtlich-metrologischen Teil wird hier eine Rezeptsammlung als Ergebnis einer vermutlich mehrjährigen Sammeltätigkeit überliefert.

Der Verfasser weist den Leser unmittelbar zu bestimmten Verrichtungen an. Die Anschaulichkeit seiner Darlegungen wird durch einige Zeichnungen von Öfen und Destillationsvorgängen, Öfen mit verschiedenen Destilliergefäßen: Retorten

Parting, Cementing and Colouring - Formulae of a "Warden" from the Rhine Region from around 1450

The historical archives of the city of Cologne contain a manuscript of 48 pages carefully written in Lower Rhine dialect in about 1450 by a "warden" who had a good knowledge of both metallurgy and minting and recorded all the information he had collected. These wardens were chemists working in mines, foundries, mints and also as officials for checking the fineness of traded precious metals and articles made from them. The title stems from the French word "gardien" and, coming via north French "wardien" and Dutch "wardijn", entered German as "Wardein" and replaced the German terms of Probierer, Huter and Aufzieher. In the case of minting, the occupations of assayer, i.e. precious metals expert, and keeper of the mint die were merged and extended to monitoring and producing weights. Wardens had a sound knowledge of metallurgy, were often goldsmiths or mining and foundry experts and also had to handle the parting of gold-silver alloys.

The manuscript, though not divided into sections, basically has two parts. First, the unknown author coming from the Lower Rhine region deals with questions concerning minting and metrology in the period around 1450, going far beyond the Rhine region. Second, he provides a collection of metallurgical formulae. Apart from the part concerning the history of coinage and metrology, the manuscript primarily deals with the formulae which were presumably collected over many years.

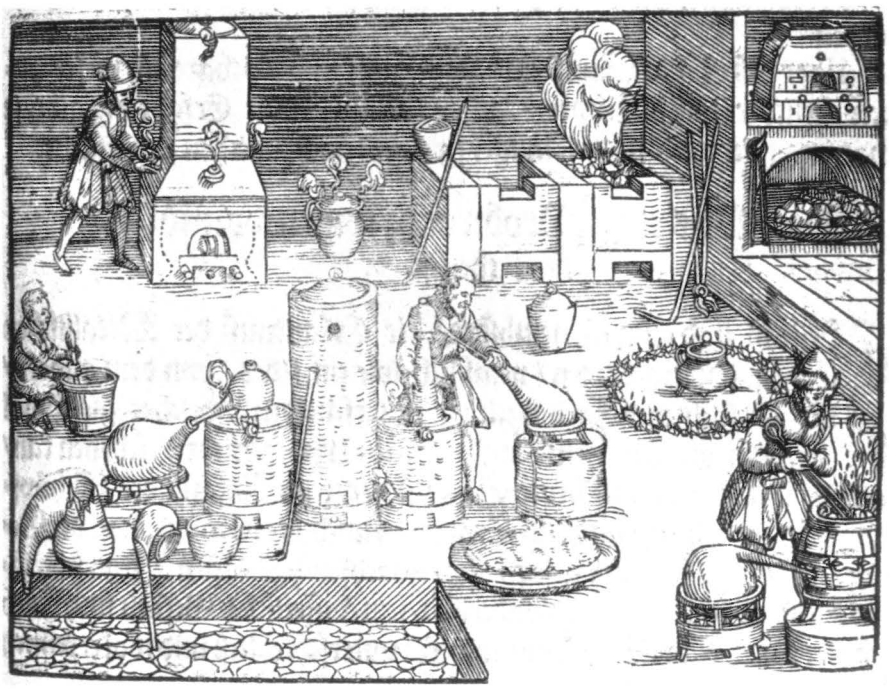


Abb. 1: Blick in ein Probierlaboratorium mit Öfen, Herden und Destilliergerät und einem „faulen Heinz" zur Scheidewasserherstellung

und Destillierkolben mit Helm (alembitus), Schmelztiegel und nicht näher erkennbarem Verwendungszweck, vermutlich als Zementierofen, ergänzt.[4] *Nach dem Einsetzen bergbaukundlicher und metallurgischer Literatur im 16. Jahrhundert finden sich Abbildungen von Destillieröfen für Scheidewasser samt Kolben mit Helmen, ebenso wie die dazu gehörigen Rezepte. Die richtungweisenden Arbeiten sind die von Biringuccio, Agricola und Ercker im 16. Jahrhundert und entstammen einer Zeit großen technologischen Fortschritts gerade im Bergbau- und Hüttenwesen. Sie hatten bis zur Einführung neuer Technologien im 19. Jahrhundert Gültigkeit.*[5] *Metallurgische Kenntnisse hatten zuvor auch Eingang in andere Gattungen wie das berühmte Hausbuch der Fürsten zu Waldburg Wolfegg aus der Zeit um 1480 gefunden, das einige Angaben aus dem Berg- und Hüttenwesen sowie zur Gewinnung von Alaun und Salpeter und auch Abbildungen zum Seigern von silberhaltigen Kupfererzen und von einem Treibofen mit Blasebälgen enthält.*[6]

Als metrologische Grundlage galt am Niederrhein neben der Kölner Mark zu 16 Lot zu 4 Quentchen oder 18 Grän (vor der Normierung im 19. Jahrhundert zu 233,856 g um 233,8 g) zwischen 232 und 235 g (jüngere Kölner Mark) auch die in den Niederlanden gebräuchliche französische Mark von Troyes zu 244,753 g = 8 Unzen = 160 Englische, Esterlins oder Engels = 640 Vierlinge = 1.280 Karat = 3.840 Grän; in Deutschland die Mark zu 8 Unzen zu je 2 Lot; 1 Pfund = 16 Unzen = 32 Lot (in Köln um 467 g). Gelegentlich begegnen im Text die Hohlmaße Maß, Quart (0,9 l), Pinte (0,5 l) und Achtel (1/8 Malter), in Köln etwa 14,6 kg.[7]

Herstellung von Gewichten[8]

Münzwaagen und -gewichte waren nach der Einführung von Goldmünzen in der Mitte des 13. Jahrhunderts unverzichtbar, wurden meist aus Messing hergestellt und sind durch Funde des 14. Jahrhunderts in den Niederlanden belegt.[9] Der Wardein machte seine relativen Probiergewichte selbst und baute sie von unten mit Kügelchen (Grän) aus Papier oder Horn und deren Vielfachen zu 6, 12 und 24 Grän = 1 Pfennig und wiederum mehrfachen davon auf. Eine Normierung oder Anpassung an Ur- oder Muttergewichte auf der Grundlage der gängigen Markgewichte ist für Probierwaagen nicht erforderlich, weil es nur um die Ermittlung von Verhältniswerten geht.[10]

Herstellung von Tiegeln und Kupellen
(von frz. la coupe)[11]

Schmelz- und Probiertiegel waren unverzichtbares Werkzeug in der Verarbeitung von Edelmetall. Die dreieckigen oder runden Schmelztiegel waren keramische Erzeugnisse in Gestalt feuerfester gemagerter Irdenware unter Zusatz von Graphit (Obernzell bei Passau) oder Sand (Großalmerode in Nordhessen).[12] Die Probiertiegel (auch Kupellen oder Teste genannt) wurden entweder aus feuerfestem Ton gebrannt, wobei der Ton nicht zu fett sein durfte, mehr jedoch ohne Brennvorgang aus gemahlenen Pflanzen- und Knochenaschen in bestimmten Mischungen in besonderen Formen gepresst, auch aus gebrannter Magnesia und seit dessen Erfindung 1824 auch aus Portlandzement.[13] Johann Georg Dietze (1754-1825), Wardein in Mannheim zu kurpfälzischer und badischer Zeit und von 1789 bis 1806 Wardein des Kur- und des Oberrheinischen Kreises, empfahl, Kupellen besonders sorgfältig herzustellen und dabei am besten grob gemahlene und ausgelaugte Asche von Röhrenknochen von Kälbern und Schafen zu verwenden, und die Kupellen vor dem Pressen mit der „Klär" zu bestreuen, einem feinen Pulver aus besonders gut gebrannten Knochen.[14]

Rezept zur Herstellung von Tiegeln: Mische je ein Teil wohl gekneteten Ton, tonfreien feinen Sand und gesiebtes Ziegelmehl, dass es weder zu hart noch zu weich ist und ein Töpfer es verarbeiten kann. Dann mach Tiegel in der Form, lass sie trocknen und brenne sie wie andere irdene Töpfe, nur ein Drittel der Zeit länger. Wenn sie aus dem Feuer kommen, muss man sie mit glühenden Kohlen füllen und damit erkalten lassen.

Rezepte für Asche zu Kupellen: Forme gut gewaschene, getrocknete und gesiebte Asche von Rebholz zu Kugeln oder Klötzchen, trockne diese und backe sie in einem Ofen, zerstoße sie und sie-

be das Pulver. Dann nimm weiß gebrannte, pulverisierte und gesiebte Knochen, namentlich Röhrenknochen vom Pferd, davon doppelt so viel wie Asche vom Rebholz, dann hast du Probierasche, die noch einmal auf dem Feuer getrocknet werden muss. In einem zweiten Rezept für Kölner Asche werden Röhrenknochen von Hornvieh weiß gebrannt, zerstoßen und gesiebt, dann mit einer pulverisierten Substanz namens „ameril van remyrge" (möglicherweise die auch von Dietze und anderen Wardeinen beschriebene „Klär"[15]) versetzt und in einem abgedeckten Ofen 10 bis 12 Stunden geglüht. Zur Verbessung kann dann noch Glasgalle (glaiss)[16] zugesetzt werden.

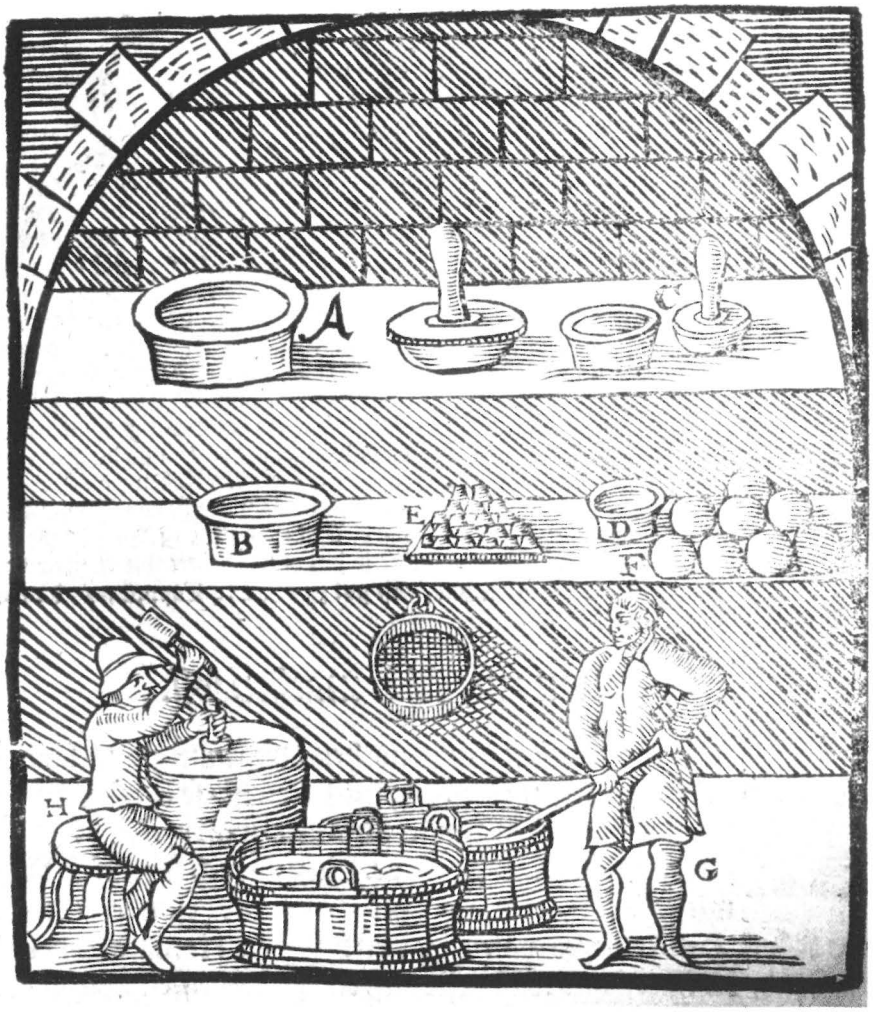


Abb. 2: Herstellung von Kupellen und Kupellenpressen

Reparieren von Gefäßen (Kroege weder ganss zo machen)[17]

Nimm Hirschhorn (hyrtz horne), Ziegelmehl, Pech und eiserne Füllungen (ysern vylungen), reibe dies zusammen mit Eiklar (eyger) und ein wenig Honig, mische dies auf einem Feuer und setze damit das steinerne oder gläserne Geschirr zusammen, das mit ins Feuer gesetzt wird und zusammen hält.

Probieren (asserunge)[18]

Im vorliegenden Text wird das Probieren von Edelmetall nur kurz beschrieben, obwohl es ein für die Verhüttung und den Münzbetrieb gleichermaßen wichtiger Vorgang war. Ab dem 16. Jahrhundert entstand hierzu eine umfangreiche Fachliteratur auf der Basis der Werke von Agricola und Ercker, auf die sich die Fachleute bis zur Einführung neuer nasschemischer Techniken (Titrationsverfahren) im 19. Jahrhundert immer wieder beriefen. Das Probieren, hier nur die Untersuchung einer Silberlegierung auf ihren Feinsilbergehalt, war eine reduzierende Schmelze, bei der die Probe mit der mehrfachen Menge an chemisch reinem Probierblei verschmolzen wurde. Die schlackeproduzierende Schmelze wurde unter großer Hitze in Kupellen, die Verunreinigungen in sich aufnahmen, reduziert oder „abgetrieben", bis das chemisch reine Silber„korn" übrig blieb und aus Raugewicht und Feingewicht der Feingehalt errechnet werden konnte.[19]

Wenn Kupellen, Waagen und Gewichte bereit sind, kann mit dem Probieren von Silbermünzen begonnen werden. Setze eine Kupelle aufs Feuer bis das hineingelegte Geld blass ist. Dann lege die Probe in den Ofen mit Blei und lass sie ein Vaterunser lang treiben. Dann trockne und wiege sie und nimm das sechsfache Gewicht an Blei, treibe die Probe ab und wiege sie. Für Vorproben nimmt man den Streichstein[20] und vergleicht sie mit alten niederländischen Tuinen und Brasspfennigen.[21]

Scheiden von Gold-Silber-Legierungen (Güldischsilber)

Unser niederrheinischer Wardein beschreibt die gängigen Verfahren unterschiedlich ausführlich und legt ein Schwergewicht auf das bereits von Albertus Magnus im 13. Jahrhundert erwähnte Scheiden mit Scheidewasser und die Zementation und geht auf die Verwendung von Schwefel in Gestalt von Schwefelantimon nur kurz ein. Eine Vorstufe zum Scheiden mit Scheidewasser oder Salpetersäure[22] ist das Quartieren. Hierbei wird das Güldischsilber mit der dreifachen Menge Silber und zusätzlich mit Blei verschmolzen und hat von da-

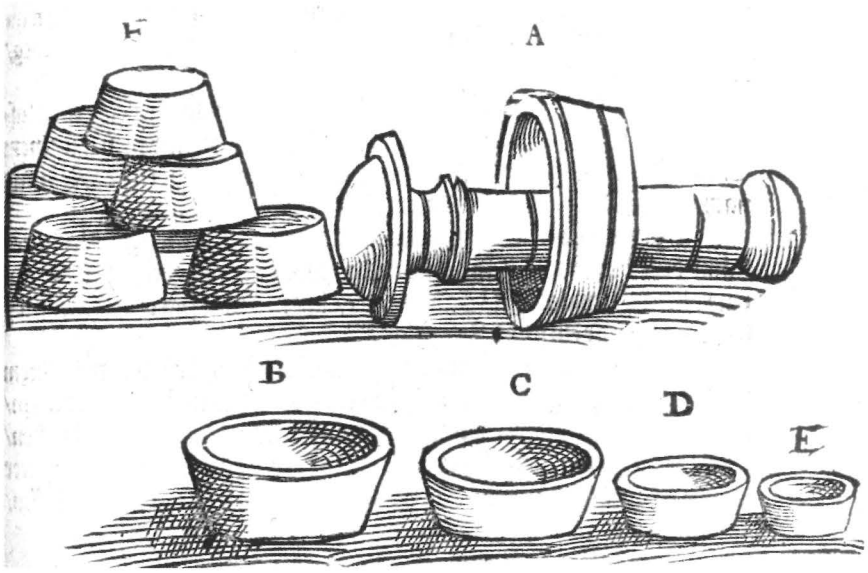


Abb. 3: Kupellenformen und Kupellen

her seinen Namen. Spätere Versuche ergaben, dass auch weniger Silber ausreicht. Diese Legierung wird in einem Muffelofen „abgetrieben", wobei das verschlackende Blei die Unreinheiten in sich aufnimmt. Die Muffel aus gebranntem Ton in Form eines umgekehrten Hohlziegels bedeckt Schmelz- und Probiertiegel, damit keine Kohlen hineinfallen und die Temperatur konstant bleibt.[23] Das im Anschluss an diesen Vorgang granulierte Güldischsilber wird mit Scheidewasser, das bis auf Gold alle Metalle löst, in Gefäßen aus Glas oder Steinzeug geschieden. Beim Scheideprozess löst sich das Silber zu einer Silbernitratlösung, aus der das metallische Silber in jüngerer Zeit mit Kochsalz zu Silberchlorid gebunden und dieses dann nasschemisch ausgefällt (später mit Zinkgranulat und Schwefelsäure) wird und nach Waschen, Trocknen und Schmelzen 0,998 fein ist. Der ausgefällte Goldrückstand wird geschmolzen und weist denselben Feingehalt auf. Gold wird durch Königswasser (aqua regis) gelöst (je 100 cm^3 konzentrierte Salzsäure 43 cm^3 konzentrierte Salpetersäure und 143 cm^3 Wasser).[24] Vor dem Scheiden wurde das Metall granuliert oder als Blech in kleine Stücke geschnitten. Unser Wardein gibt auch eine Anweisung zum Granulieren: In einem irdenen Topf mit klein gestoßener Asche wird Metall geschmolzen und dann gerührt, bis Körner entstehen. Agricola bemerkt, dass das Granulieren von Güldischsilber mehr Mühe erfordert als das von anderen Metallen. Auch hier wird das Metall in einem Topf mit Asche geschmolzen, dann aber abgeschöpft und so in kaltes Wasser gegossen, dass sich möglichst flache unrunde Körner bilden.[25]

Die Scheideverfahren von Güldischsilber mit Schwefel und Schwefelantimon (Spießglanzerz) fußen auf der Verbindung von Silber mit Schwefel zu Schwefelsilber. Beim Verfahren mit Schwefel wird granuliertes Güldischsilber mit einem Achtel der Menge Schwefel versetzt und beides bis zum Schmelzen erhitzt. Auf dem Boden des Tiegels setzt sich ein Gusskuchen (Regulus oder König) aus Gold und Antimon ab, darüber Schwefelsilber (Plachmal). Der Regulus wird mit Scheidewasser geschieden bzw. der Antimongoldregulus oxidierend geschmolzen und das Schwefelsilber mit Blei, Eisen und einem Flussmittel, einem Schmelzzuschlag zur Verringerung des Schmelzbereichs der Schlacke und damit von deren Zähigkeit, zur Erleichterung des Schlackenabzugs[26], auf Silber verschmolzen. Beide Verfahren erfordern den Einsatz von Scheidewasser.[27] Im 19. Jahrhundert wurden alle genannten Verfahren durch das von Jean d'Arcet (1725-1801) entwickelte Affinierungsverfahren ersetzt, das auf der Löslichkeit von Silber in konzentrierter heißer Schwefelsäure fußt, an deren Stelle nach 1870 die für die Großindustrie von der Norddeutschen Affinerie im letzten Viertel des 19. Jahrhunderts entwickelte Elektrolyse trat.[28]

Herstellung und Anwendung von Scheidewasser[29]

Wichtigstes Gerät zur Herstellung von Scheidewasser war der Destillierkolben aus Keramik oder Glas.[30] Neben der bekannten gläsernen Retorte mit Gefäß und Ausguss aus einem Stück gab es Destilliergerät aus einem Gefäß zur Aufnahme des Destilliergutes, im Text gerne „kroich" genannt, und dem Helm (Alembitus, Alembik) mit dem Ausguss oder der Vorlage, aus der das Destillat in ein Auffanggefäß tropfte. Blase und Helm bestanden im Spätmittelalter überwiegend aus Glas und verschmolzen zur Retorte aus einem Stück. In der Kölner Handschrift und Abbildungen ab dem 16. Jahrhundert werden beide Typen abgebildet. Sie wurden meist mit einer Mischung aus Lehm und frischem Pferdemist abgedichtet bzw. verschmiert, um ein Springen zu verhindern. Neben Glas wurde Keramik verwendet; im Text wird zwischen „irdenen" (niedrig gebrannter Irdenware) und „steinernen" Gefäßen unterschieden, also hochgebrannter gesinterter Keramik im Bereich des Steinzeugs oder des Frühsteinzeugs.[31] Bodenfunde belegen die Verwendung von Destilliergerät aus beiderlei Werkstoffen. Im Bereich des 1556 aufgegebenen Heidelberger Spitals wurden neben Probiertiegeln je ein Fragment eines gläsernen Kolbens und eines Vorlaufes gefunden, im Bereich einer Apotheke neben anderem Gerät je ein Kolben, Destillierhelm und eine Vorlage. Weitere Belege für Destillierhelme und -kolben des 15./16. Jahrhunderts stammen aus Straßburg, Lübeck und Darmstadt.[32] Auch Steinzeug fand für Destilliergerät Verwendung, wie ein Fund eines Destillierhelmes aus Waldenburger Steinzeug in der Wasserburg Göltzsch bei Zwickau in Sachsen belegt. Auch in Siegburg wurde Destilliergerät aus Steinzeug hergestellt.[33]

Agricola erwähnt mehrere Rezepte zur Herstellung von Scheidewasser, von denen fast alle Vitriol oder Alaun in Verbindung mit Salpeter enthalten, weil diese Bestandteile allein für sich die Eigenschaft besitzen, Silber und Gold voneinander zu scheiden, während die übrigen Bestandteile wie Ziegelmehl, Salmiak, Urin, Antimonglanz, Grünspan, Asbest und Eisenfeilspäne nur unter-

stützend wirken. Die Mischung nach einer der unterschiedlichen Rezepturen wird dann in einen Destillierkolben gefüllt.[34] Bei zusammengesetztem Destilliergerät ist auf ein sorgfältiges Abdichten der Verbindungsstellen durch auch mit anderen Stoffen vermischten Lehm zu achten, um beim Destilliervorgang ein Zerspringen der Geräte zu verhindern. Das Scheidegut ist nach einem reinigenden Abtreiben mit Blei auf der Kupelle zu granulieren. Die beim Scheideprozess entstandene Silberlösung wird in einem Destillierkolben abdestilliert, wobei Seife und Weinstein zugesetzt und umgerührt wird.[35] Es folgen nun mehrere Rezepte zur Herstellung von Scheidewasser:

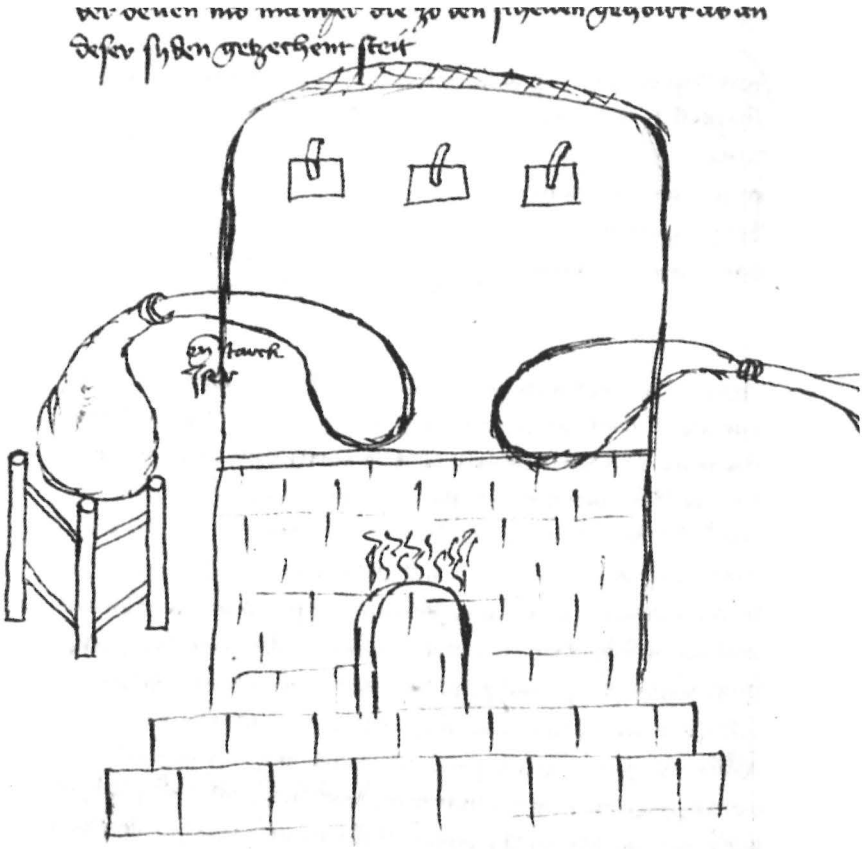


Abb. 4: Ofen mit zwei Retorten (Abbildung aus der besprochenen Quelle)

1. Scheidewasser für Silber: 9 Pfund Alaun[36] und 8 Pfund Salpeter[37] werden gut gesotten und vermischt und dann in einen Destillierkolben (kruych) von 10 Quart gefüllt, der mit einer anderen großen Retorte gut verbunden und abgedichtet ist. Beide werden in den Ofen gestellt. Das Destillat wird in ein Glas gegossen, mit 3 Lot Silber versetzt und 10 bis 12 Stunden stehen gelassen. Am Boden hat sich das Silber gesammelt, das man behalten und wieder reduzieren soll, während man das Wasser abgießen kann. Von diesem Wasser gießt man 1 Quart in ein Glas, in dem man scheiden will, und setzt drei Mark granuliertes Silber (wohl Güldischsilber) hinzu, setzt es 3 bis 4 Stunden auf heiße Asche und lässt es dann erkalten. Anschließend wird das Wasser oben abgegossen. Wenn das Silber noch nicht geschieden ist, fügt man noch eine Pinte Wasser zu, damit es wohl geschieden ist und das Gold als schwarzer Sand am Boden liegt. Das Gold wird dann mit 1/2 Pinte Regenwasser abgespült. Dann lässt man es sich setzen und gießt das Wasser ab. Das feine Gold wird dann in einem Tiegel geschmolzen. Das Scheidewasser wird dann in eine Bare aus Steinzeug (steynen bair)[38] gegossen und mit der drei- bis vierfachen Menge Süßwasser und zwei Stück Feinkupfer über Nacht stehen gelassen. Dann schlägt sich das Silber auf dem Grund über dem Kupfer nieder, wird mit Regenwasser abgespült, getrocknet und geschmolzen.

2. Wenn sich nach dem Scheiden das Wasser verloren hat oder das Glas zerbrochen ist; man nimmt die Asche oder den Sand, mit dem das Silber im Gefäß war, trocknet ihn, nimmt 10 bis 12 Pfund granuliertes Blei und darunter 5 Pfund gestoßene Bleiglätte (glede)[39], vermischt Asche, Blei und Glätte, schmilzt es in einem Tiegel und treibt es ab (dryff dat ave), so ergibt das Silber.

3. Hast du Güldischsilber (verguldes silver) auf dem Scherben (test) affiniert (fynert), schmelze und granuliere es und scheide mit Scheidewasser das Silber. Für Scheidewasser nimm weißen Vitriol (wyssen vitriolum)[40], dörre es über dem Feuer und reibe es, so dass das Wasser rein ist. Von diesem Vitriol und Salpeter nimm je ein Pfund und brenne es. Das ist der Zusatz für das Wasser. Dies ist der Ofen und das Verfahren zum Scheiden (im Text daneben Abb. des Ofens). Der Ofen muss eine große Öffnung für die Gefäße und einen Destillierkolben (kolben) und drei verschließbare Öffnungen für die Luftzufuhr haben. Er muss mit einem dicken Kupferblech (im Text daneben Zeichnung) zu verschließen und zu verkleben sein.

4. Ein starkes Wasser zum Scheiden (assieren) von Gold(münzen) bis 20 Karat (0,833). Nimm pulverisiertes Vitriol und verdampfe die Feuchtigkeit in einer irdenen Pfanne, bis es rot und trocken wird. Dann pulverisiere es von neuem, nimm pulverisiertes Alaun und fülle es in einen neuen irdenen und innen glasierten (inwendich verglaisset) Topf und setze ihn aufs Feuer, bis er glüht und das Alaun schneeweiß wird. Von beiden Substanzen (gecaltzenierde materien) nimm je 1/2 Pfund und 1 Pfund Salpeter, vermische sie und mache Scheidewasser daraus.

5. Zum Scheiden im Guss nimm eine Mark granaliertes Güldischsilber und je 1 Lot „Nelorglegews“[41] und gewöhnliches, gut getrocknetes Salz. Dieses fülle mit den Granalien und

Abb. 5: Ofen zur Destillation von Scheidewasser (Abbildung aus der besprochenen Quelle)

„Sernlis" in einen Tiegel mit einem kleinen (schmalen) Boden, decke ihn mit einem Scherben zu und erhitze diesen, bis alles glüht, und blase, bis der Tiegelinhalt ganz geschmolzen ist. Nimm den Tiegel vom Feuer und lasse ihn auskühlen. Am Boden befindet sich ein silberweißer König oder Regulus (conynck), der auf einem Amboss zerschlagen wird und zu Granalien zerfällt. Wenn du halb so viel Regalar (Reulup)[42] zusetzt, hast du einen kleinen König. Den behalte und setzte dem schwarzen König (reulis = Regulus) 1 Lot Silber zu, bis es zergangen ist. Dann treibe beide Könige auf einer Kupelle ab und scheide sie mit Scheidewasser.

6. Nimm den König (reulis) und schwarzen „Sernlis", 2 Mark Silber und 4 Lot kupferhaltigen/es legiertes Metall („Steffer" oder „Baloen")[43], mache eine Probe (mach enyen gueden test), setze dann Blei und Kupfer zu und lass das gehen; dann setze den König in die Kupelle (test) und lass es solange rauchen, wie du meinst, dass der Schlacke (Zwegel, Schwegel) abgeraucht ist und sich der König nicht mehr entzündet. Diese Kupelle sollt ihr behalten, denn sie ist besser als andere.

7. Destilliere 10 Pfund Vitriol und 6 Pfund Salpeter in einem Destilliergerät durch den Helm. Wenn du drei Quart Scheidewasser hergestellt hast, dampfe (vapier) sie auf 2 Quart ein und destilliere diese wiederum, so hat du 1 1/2 Quart gutes Scheidewasser zum Goldscheiden, (hierbei im Text Abbildung des Ofens mit Schmelztiegel)[44], darunter „fornax distillacionis aque fortis".

8. Ein Wasser, bei dem das Gold in einer vergoldeten Schale auf den Boden fällt. Nimm Weinstein[45] und brenne ihn in einem ungebrannten Ofen in einem besonderen Geschirr, dann zerstoße Salmiak[46] und den gebrannten Weinstein zu gleichen Teilen in einem Mörser (morselsteyn), lege ihn auf einen Reibstein und stelle diesen in einen feuchten Keller. Setze ein Glas darunter, so dass die Flüssigkeit hineinläuft. Wenn sich alles gelöst hat, zerstoße Wurzeln der Ringelblume (bertram wortzelen)[47] mit gutem Weinessig in einem Mörser, seihe den Saft durch ein Tuch und setze ihn der anderen Flüssigkeit zu, damit Gold von Silber geschieden werden kann.

9. 1 Teil Salpeter und 2 Teile Vitriol (kopperwasser) getrennt pulverisieren und auf Haufen schütten, dann in einem gläsernen Destilliergerät aus Kolben und Hut (glesser, dat eyne heyst der hoyt dat andere heysset der kolve) brennen wie Zinnober (cenober)[48]: Fülle 2 Teile davon in den Destillierkolben, decke ihn mit dem Hut ab und dichte alles gut ab. Brenne es zunächst auf kleinem Feuer, das dann verstärkt wird und fange die Flüssigkeit auf, die aus dem Kolben kommt. Rühre sie gut, bis sie klar wird. Zum ersten Teil der Flüssigkeit nimm pulverisierten Alaun und Salpeter, wärme alles auf dem Feuer, ohne dass es im Kolben ausfällt. Schütte es in ein anderes Gefäß bis es klar wird und wirf Güldischsilber hinein, dann siehst du das Gold oben schwimmen, nachdem sich das Silber gelöst hat. Wenn du scheiden willst, nimm das Wasser, erwärme es und gieß es in ein Glas, dann findest du Goldkörnchen im Glas. Wenn du sie zusammenschmelzen willst, wasche sie in Regenwasser mit Pottasche (pottais).[49]

10. Nimm Wolfsmilch (isola, dat is woulffsmillich)[50], destilliere sie (bernen zu wasser) unter Zuhilfenahme von Salmiak und Salpeter, stoße alles klein, reibe es ins Wasser und decke es neun Tage und Nächte zu.

11. Scheidewasser für Gold. Je 1 Teil Alaun und Vitriol und doppelt so viel Salpeter pulverisieren und in einen gläsernen Destillierkolben (glaiss kroich) füllen und in eine Kachel (kagel)[51] setzen. Die Kachel soll voll geläuterter Asche sein. Verklebe den Helm mit Pferdemist und führe langsam Hitze zu. Nach einer Stunde fängt es an zu tropfen. Fange einen Tropfen mit einem Messer auf, wenn

es etwas getropft hat. Wenn er ätzt und das Messer schwarz wird, schütte das Wasser aus und verklebe das Destilliergerät mit Lehm, so dass kein Gas heraustritt und mache das Feuer so, dass zwischen je 15 Vaterunser 2 Tropfen fallen und wenn die Retorte eine Stunde oder zwei aus ist, so dass du zwischen 2 Tropfen 50 oder 60 Vaterunser zählst, mache ein großes Feuer, dass die Kachel oder der Ofen stark glüht, entferne das Feuer und lass das Destilliergerät alleine erkalten, achte aber, dass kein Gas austritt.

12. Scheidewasser zum Auflösen von Gold unter Erhaltung des Silbers. 1 Pfund Salpeter und 1 1/2 Pfund vom besten Alaun pulverisieren und in ein Destilliergerät aus Steinzeug (steynen kroich) oder venezianischem Glas (venedigers glaiss) füllen und diese gut mit Lehm verschließen, in einen Ofen stellen und diesen langsam erhitzen. Bei einem gläsernen Destillierkolben nimm eine Kachel und umgib das Glas fingerdick mit Asche. Nach 2 bis 3 Stunden fängt es an zu tropfen. Wenn es eine Weile getropft hat, fange einen Tropfen auf einem frischen wollenen Tuch auf und trockne ihn am Feuer. Wird er gelb, gieß das ausgetropfte Wasser weg, dichte das Glas ab und rühre es. Mach Feuer nach Maßen, dass du zwischen 2 Tropfen ein Vaterunser beten kannst; steigere das Feuer, wenn es länger dauert.

13. Von starkem Wasser zum Scheiden von Gold und Silber: Nimm je ein Pfund Vitriol, Salmiak und Grünspan (viridi eris)[52] und 3 Vierling Kupfer und destilliere dies in einem Destillierkolben auf kleinem Feuer. Von den dreierlei entstehenden Flüssigkeiten ist die erste zu schwach, die zweite besser und die dritte die beste. Nimm ein reines weißes trockenes Leinentuch und wickle das Güldischsilber, wasche es und lege es wieder hinein; dann wirf es mit dem Wasser in ein gläsernes Fass und gieß es dann in klares Wasser. Das ausgefällte Gold vermische mit Quecksilber (mercurius) zu Quecksilberamalgam, das in einem Tiegel verdampft wird.

Weitere wenig differenzierte Rezepte sehen Salpeter, Salmiak, Vitriol, Glasgallen und Alaun in unterschiedlichen Zusammensetzungen vor.

Scheiden von Gold und Silber[53]

Als erstes wird das Scheidegut granuliert: Nimm einen irdenen Topf und einen Kessel mit trockener Asche und lass das Metall darin schmelzen. Dann nimm ein Holz und rühre es, solange es warm ist. Granuliertes Güldischsilber wird mit Scheidewasser geschieden und dabei das unlösliche Gold ausgefällt. Das Silber wird mit Kochsalz aus der Silbernitratlösung ausgefällt und durch Einkochen im Destillierkolben auf Silber verarbeitet.[54]

1. Vermische 3 Pfund gebranntes, gewaschenes Alaun und 2 Pfund Salpeter und fülle die Mischung in einen weiten irdenen Topf. Setze den in einen Windofen und auf ihn einen gläsernen Destillierhelm und dichte ihn mit Lehm ab. Setze dann unter das Rohr ein großes Glas und dichte das auch mit Lehm ab. Dann mache ein kleines Feuer im Ofen, bis der Hut beginnt, rot zu glühen; dann steigere das Feuer, bis der Hut weiß wird wie zuvor und lasse alles erkalten. Nimm jetzt das Destillat mit dem Glas und gib es auf einen Scherben mit Asche, setze diesen auf das Feuer und wirf ein Lot Silber hinein, binde das Glas oben mit einem Tuch fest, lass es aufkochen und gieß es ab in ein anderes Glas, dann findest du auf dem Grund weißen Kalk, aus dem du das Silber auswäschst.

2. Scheiden von granuliertem Silber – das blaue Wasser und das schwarze bzw. gelbe Pulver: Scheide granuliertes Güldischsilber in Scheidewasser. Dann gieß das Scheidewasser in einen irdenen Topf ab und gib Kupfer von einem alten Kessel hinein. Dieses wird zuvor mit Wasser benetzt und mit Salz bestreut und geglüht. Dann fällt das Silber aus und liegt am Boden, und das Wasser ist blau. Gieß das blaue Wasser ab, wasche das Silber mit warmem Wasser, trockne es, gib es in einen Tiegel und setze jeder Mark Silber vier Lot Sal alkali (solakyli)[55] zu, brenne dies und gieße es ab, so hast du Feinsilber. Gieß Scheidewasser auf das schwarze Pulver auf dem Boden, gieß einen Teil Scheidewasser darauf. Wenn es gelb wird, gieß das Wasser wieder ab, spüle es aus dem Glas, trockne es und brenne es mit Pottasche (betais) und Quecksilber, dass es sublimiert (sublymert). Füge zu jeder Mark Silber 1 Pfund Wasser hinzu. Das so gewonnene Feingold ist dann auch geschmeidig (suydich).

3. Scheiden mit Antimonsulfid[56] (Antimonglanz, Grauspießglanzerz): Setze einer Mark Silber 2 Lot Kupfer zu, schmelze, granaliere und trockne es. Setze einer Mark Granalien 8 Lot dieses Pulvers zu, vermische alles und schmelze es in einem Tiegel. Dann gieß das Pulver mit dem Silber ab, granaliere den Bodensatz und vermische es möglichst gleichmäßig mit Pulver. Das andere Wasser schmelze und gieß es ab. Der Bodensatz soll dann schwarz sein. Nimm dazu drei Wurf (nach dem Gewicht) Antimon (antelimonem) und schmelze das in einem starken Löffel, dann schlage das Gold vom Antimon. Nimm dann noch zweimal so viel Antimon und gieß es ab. Dann schmelze das Pulver; das ist dann sanftes Pulver.

4. Wenn du Metalle aus metallhaltigen Substanzen gewinnen willst, nimm 3 Unzen Salpeter und 2 Unzen Glasgallen (smeltz glaiss off glessen glas off smeltz glaiss van glaisse), 1 Unze Salmiak, ein Teil Pottasche und zerstoße es zusammen. Dies vermische mit Eiklar oder Weißwein zu einem Teig, mach daraus kleine Kuchen oder Klötzchen und lass sie an der Luft oder in einem Ofen trocknen. Dann pulverisiere sie wieder. Wenn du jetzt eine Substanz hast, die du scheiden willst, nimm von dieser 2 Teile und 1 Teil von diesem Pulver und mische alles. Schmelze es in einem Tiegel und gieß es dann ab. Wenn die Substanz noch nicht geschieden ist, setze noch etwas Pulver hinzu; dann soll die Scheidung eintreten.

5. Nimm gleichviel gemahlenen Salmiak, Weinstein, Weinessig und Quecksil-

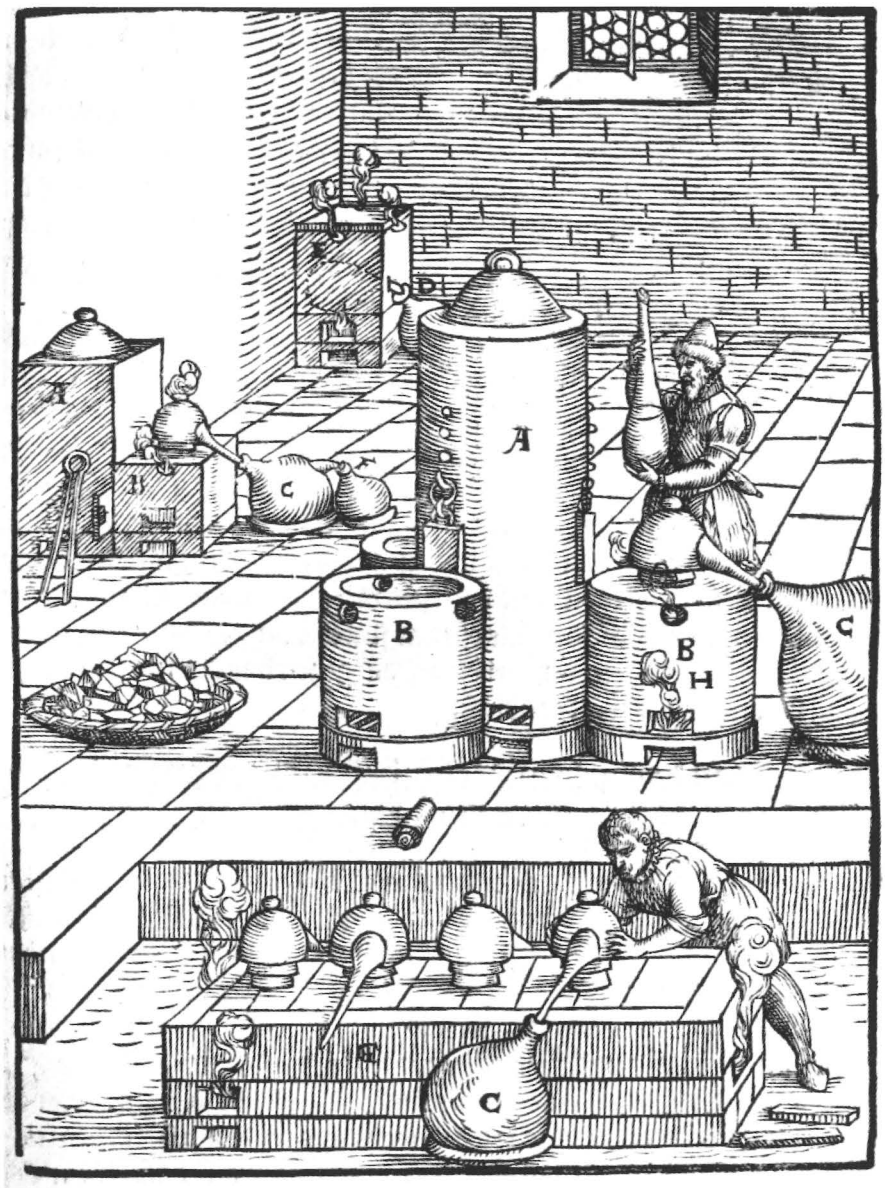


Abb. 6: Blick in ein Laboratorium mit Destilliergerät: Retorten und Destillierhelme und ein „fauler Heinz" zur Scheidewasserherstellung

ber, glühe dies zuerst und lass die Mischung sieden, bis sie weiß genug ist.

6. Scheiden von Gold von Silber: Mache ein starkes Destillat von 2 Teilen Alaun und 1 Teil Salpeter und verschließe es, damit sein Geist nicht hinausgehe. Versetze 1 Teil dieses Destillats mit 4 Teilen Salmiak und halte es so lange über das Feuer, bis das Salz schmilzt. Gieß etwas von diesem Wasser in ein Glas und lege Gold oder Silber oder einen vergoldeten Gegenstand hinein. Halte das verschlossene Glas über das Feuer, bis Gold und Silber geschieden sind. Reinige dann das Gold in Süßwasser und destilliere vorsichtig, was noch darin ist. Wenn dieses starke Wasser an Kraft verloren hat und du Gold scheiden willst, destilliere es auf kleinem Feuer, bis das Gold auf dem Grund bleibt. Jetzt füge Salmiak hinzu, dann ist es so stark wie früher.

7. Scheiden von Silber aus dem Spiegelglas: Nimm je ein Quintlein Salmiak und wohl Kupfervitriol (kouffer roeysse; an anderer Stelle copperose) und schmelze sie in einem Tiegel, wirf das bleiche Gold hinein, rühre es mit einem Holz um, bis es schwarz wird. Dann nimm es heraus und wirf es in Urin (seyche) und poliere es mit einer Bürste. Wenn die Farbe nicht schön ist, wiederhole den Vorgang.

Die Zementation[57]

Die Zementation ist eines der ältesten Scheideverfahren für Gold-Silber-Legierungen. Güldischsilber in Form von Granalien oder kleinen Blechstücken wird mit Ziegelmehl und Kochsalz gemischt und 24 bis 26 Stunden in einem porösen Topf geglüht. Nach Abschluss der Zementation ist das Silber als Silberchlorid in das Zementierpulver aufgesogen worden. Die dazwischen liegenden Goldkörner haben einen Feingehalt von 0,875 und 0,917 und werden dann ausgewaschen. Das silberhaltige Zementierpulver wird durch Reduktion mit Kohle in metallisches Silber verwandelt oder verbleit und auf der Kupelle abgetrieben, mit Quecksilber amalgamiert und dann ausgeglüht bzw. auf der Kupelle abgetrieben. Alle Zutaten müssen gut gemahlen, gesiebt und vermischt werden.[58]

Herstellung von Zement

Königszement, soll 24 Stunden stehen: 1 Teil Steinmehl, 1/2 Teil trockenes weißes Salz und 1/2 Teil Kalk werden mit Weinessig gemischt. – Zement, der 12 Stunden stehen soll: 1 Teil (oder Lot) Steinmehl, 1/2 Teil Salz, 1/2 Teil Kupfervitriol und 2 Lot Salpeter werden mit Weinessig gemischt. – Zement, der 6 Stunden stehen soll: je 2 Lot Salpeter, Salmiak, Vitriol und Alaun, 1 Lot Grünspan, 8 Lot Salz und guter roter Zementstein. Jetzt nimm 6 oder 8 Ziegelsteine, setze sie zusammen und lege zwei Eisenstangen zwischen die Steine. Darauf kommt das Gold und darunter ein gutes Kohlenfeuer; dies ergibt binnen sechs Stunden Feingold. – Zement, der 3 Stunden stehen soll: je 1 Lot Salmiak, Vitriol, Grünspan und Alaun mit dem Gold vermischen und dann im Tiegel erst auf kleinem und dann auf starkem Feuer stehen lassen. – Zement zum Feinbrennen (fenyren), soll 6 Stunden stehen: Je ein Lot Salpeter und Salmiak und je 1/2 Lot Vitriol und Federalaun (plume), 5 Esterlinge Grünspan und ebensoviel roten Sand mischen und das rote Pulver wiegen. Von der Mischung (kruyt) muss ebenso viel verwendet werden wie Sand und mit gutem Weinessig vermischt werden, damit es für eine Mark Gold reicht, dies auf einem Herd von 6 bis 8 Ziegel-

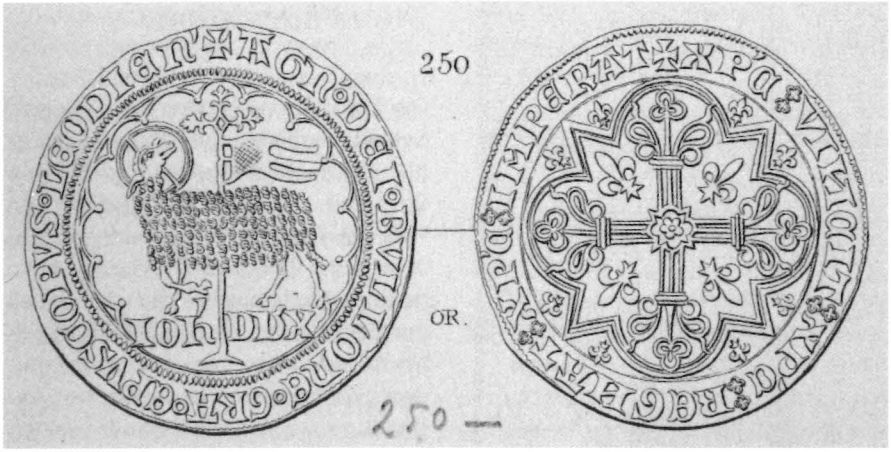
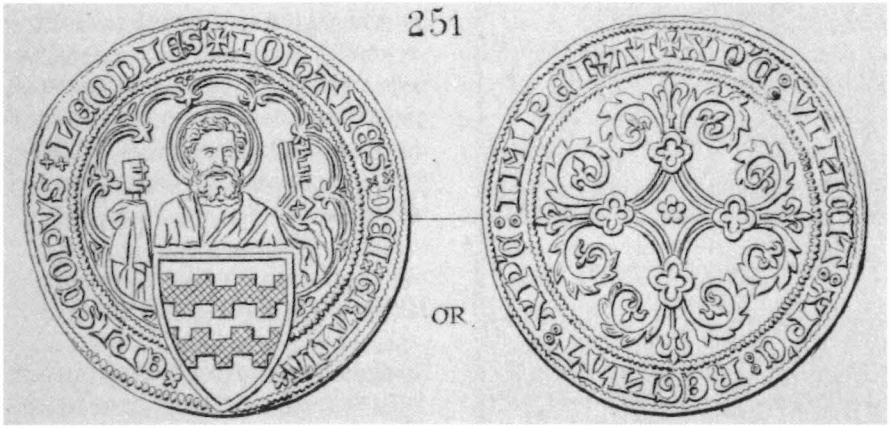


Abb. 7a/b: Hochstift Lüttich, Johann von Arckel (1364-1378): Goldlamm oder Mouton d'or bzw. Goldener Pieter oder Pieter d'or



steinen. – Zement der 6 Stunden stehen soll. Nimm Salmiak, Vitriol, Steinsalz (salgenum) und Federalaun zu gleichen Teilen, außer Salz, von dem noch einmal die gleiche Menge und dann noch einmal so viel Steinmehl, und feuchte dies an. – Zement für Gold. Nimm 2 Teile Ziegelmehl und 1 Teil gemeines Salz, packe dies im abgedeckten Tiegel über und unter das Gold und lasse dies 24 Stunden stehen. – Zement für Kupfer: Nimm Lehm und lege diesen um das Kupfer und lass dies im Feuer drei oder vier Stunden glühen, dann ist es fein. – Scheiden von Zement: Mische je 1 Pfund Zement mit 1 Lot Salpeter und trockne dies, setze 7 Lot lötige Granalien zu, schmelze es auf heißem Feuer und gieß es dann ab.

Setzen des Ofens zur Zementation

Der viereckige Zementierofen[59] besteht aus Backsteinen und soll unten 1 1/2 Fuß breit und einen Fuß hoch sein. Vier fingerdicke Eisenstangen werden im Abstand von zwei Fingerbreit als Rost eingebaut. Das Ofentor wird 1 Fuß breit und 2 Fuß hoch. Jetzt benötigt man irdene unglasierte Schüsselchen, die ein Fingerbreit weiter sind als die, die der Barbier verwendet. Der in die Schüsseln gefüllte Zement besteht aus zwei Teilen Ziegelmehl und einem Teil gemeinenen Salzes, die mit Weinessig knetbar gemacht worden sind. Fülle das Schüsselchen mit dem Zement, streich die Füllung oben glatt und lege darauf einen oder 20 Denare und darauf das andere Schüsselchen und decke dies gut mit Lehm ab. Nimm dann Steine so groß wie Gänseeier und lege einen Teil in den Ofen eine Handbreit hoch und fülle den Ofen mit Steinen, mach ein Feuer mit Holzstücken so dick wie eine Faust und lass es dann erkalten. Dann brich die Stückchen ab, mach die Denare dann rein und steck sie in das Ofentor (mule), so kannst du sehen, wie heiß es wird und wenn der Zement rein ist (wie hoege idt sticht an den graden, want hey is dan reyne).

Flussmittel oder Geschmeidigmachen von Metallen[60] (eyn kruydt zu machen, dat dat silber suydich macht)[61]

Silber ist spröde, wenn es Verunreinigungen enthält. Fremdstoffe können beim Schmelzen eine Haut beispielsweise um eine Münze bilden, die ein Zusammenfließen verhindert. Antike Münzen sind oft am Rand ausgeplatzt, weil ihr Silber Verunreinigungen enthält. Durch den Zusatz von Flussmitteln wie Borax[62] oder Quecksilber löst sich diese Haut.[63]

Flussmittel für Silber: Mische 2 Teile Salpeter und 1 Teil Grünspan, reinige die Kohlen vom Silber und setze das genannte „kruyt" hinzu. Dann nimm einen eisernen Feuerhaken und vermische es sanft zwei bis drei Mal. Nimm jetzt einen alten Schuh von der Menge des hinein gegebenen Pulvers und lasse ihn auf dem Feuerhaken dürr werden. Dann gib ihn ins Silber und rühre es dreimal um. Wenn der Schuh nicht trocken ist, springt das Silber aus dem Tiegel. Danach gieße einen Zain[64], schmiede ihn auf dem Amboss und schau, ob er geschmeidig (suydich) ist. Wenn nicht, wiederhole den Vorgang ein- bis zweimal. – Ein zweites Rezept schlägt je zwei Teile Grünspan und Salmiak als Zutaten vor.

Flussmittel für Gold[65]: Gib trockenen Katzenkot (vyssen katzen dreck) in das treibende Gold und rühre beides um. Weißer Borax (borrays) und Quecksilber erfüllen den Zweck auch. – Gib zum Pulver gebrannten Lehm mit Borax und Grünspan (spaenscher zoppen) in einen Tiegel und gieß das Gold hinein.

Behandeln der Oberfläche von Gold(münzen) und Verschaffen des richtigen Farbtons, Vergolden[66]

Es folgen einige Rezepte für Goldfarben oder Klär (coleur), um Goldmünzen und anderen Gegenständen, insbesondere Münzen, zum richtigen bzw. gewünsch-

ten Goldton zu verhelfen, der einen höheren Feingehalt erscheinen lässt als ihn das entsprechende Stück enthält. So durch Sieden in Weinstein und danach in Wasser, auch mit Alaun, Grünspan Salmiak, Salpeter, Schwefel und Vitriol in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen, so dass das Gold eine schöne Farbe bekommt[67], auch Coloritum genannt.[68] Gold lässt sich durch Glühen verändern. Seine Moleküle bewegen sich auch bei festen Stoffen und können aus einer Metallfläche herausgelöst werden bzw. in diese eindringen.[69] Alle Zutaten sind stets fein gestoßen (auch gesiebt) und vermischt. Das eingebrachte Gold wird geglüht, bis es schwarz ist. Dann kommen die Goldfarben hinzu. Dabei verlieren die Farben ihre Kraft, wenn man sie zu heiß darauf wirft und die Farben verbrennen. Das Gold wird mit abgestandenem Urin (alder pyssen)[70] abgelöscht und getrocknet.

Die Handschrift enthält eine Reihe von Rezepten mit Salmiak, Grünspan, Salpeter, Alaun, Vitriol und Schwefel in unterschiedlichen Zusammensetzungen und auch mit Weglassen einzelner Substanzen, von denen hier nur die aussagekräftigsten wiedergegeben werden, ebenso des weiteren Rezepte zur Vergoldung auch anderer Materialien.[71]

1. Rezepte für Gold verschiedener Feingehalte: Gold von 15 bis 18 Karat (0,625 bis 0,750): Je 2 o[72] Grünspan und Salpeter mit 4 o Salmiak, zu 1 Pfund dieser Mischung (kruyt) 2 o Alaun. – Gold von 12 oder 13 Karat (0,500 oder 0,542): je 1 Pfund Salmiak und Grünspan, 1/2 Pfund Salpeter; zu 1 Pfund der Mischung, 1/2 o Vitriol (vitriols romana) – auch 1/2 Lot Grünspan, 1 1/2 o Salpeter, je 2 o Salmiak, Vitriol (vitriols romana) und Federalaun (allun die plume) oder 1 Mark Salmiak, 4 Lot Salpeter und 1 Lot Vitriol oder 2 o Schwefel, 1 o Grünspan, 1 Lot Salpeter, 7 Engels Vitriol, 5 Engels Federalaun und 2 1/2 Engels Schwefel.[73] – Gold zu 12 bis 14 Karat (0,500 bis 0,583): 1 Mark Salmiak, 4 Lot Salpeter und 2 Lot Vitriol oder 1 Mark „cruytzsalsyn"[74], 2 Teile Salmiak, 1 Engels Grünspan, 1 Esterlin Vitriol und 1 Engels Alaun. – Gold von 18 oder 19 Karat: (0,750 oder 0,792): je 2 o Grünspan und Salpeter, 4 Lot Salmiak. – Gold von 20, 21 und 22 Karat (0,833, 0,875, 0,917): 2 o Grünspan, 1 1/2 o Salpeter und 8 [ohne Mengenangabe] Salmiak.

2. Gebranntes Alaun und gebrannten Grünspan in einem Destillierkolben mit je 1/2 Lot Alaun und Grünspan und 1 Lot Salpeter vermischen, dann 2 Lot gestoßenen Salmiak und 1 Lot Salpeter; vermischt und getrocknet, reicht das für 3 Mark Gold.

3. Gute Farbe für im Tiegel treibendes Gold: 15 Lot Salmiak, 9 Lot Salpeter und 7 Lot Grünspan; nimm 1 1/2 Lot Pulver je Mark, für Gold von 20 und 21 Karat, und für einen Zain: 3 Lot Salmiak, 2 Lot Steinsalz (salgemeyn[75]), 1 Lot Grünspan und ein Lot Salpeter mischen und dann den heißen Zain hineinlegen.

4. Rezepte von Wardeinen für Münzen: Rezept des Jakob van Huysen für Wilhelmsschilde[76]: 1 o Salmiak, je 3 o Salpeter und Vitriol und 2 1/2 Esterlinge Grünspan. Von dieser Mischung nahm [ein nicht näher bezeichneter] Rychwyn 4 Quentchen (je 1/4 Lot) für 18 oder 19 Schilde. Rezept des Peter Stailmecher aus Hasselt[77]: 1 1/2 o Salpeter, 3 o Salmiak, 1/2 o Federalaun, 7 Engels Vitriol und 5 Engels Grünspan. – Rezept von Johann de Beyer in Batenburg[78] für goldene Pieter[79] von 14 Karat (0,583): 3 [o] Salmiak, 1 Lot Salpeter, 2 1/2 Engels Grünspan, 2 1/2 Esterlinge Vitriol; zuerst wirft man etwas Salmiak auf die heißen Gulden im Tiegel (kroyss). – Als der Verfasser der Schrift in Aachen[80] tätig war und Gulden von 20 Karat (0,833) herstellte, bestand die Farbe zur Hälfte aus Grünspan und Salpeter und soviel Salmiak wie Grünspan und Salpeter zusammen; so war es auch am Rhein üblich, als ich am Rhein Gold von 19 Karat (0,792) verarbeitete. Als ich in Reckheim (Rechum)[81] Goldlämmer oder Moutons d'or (lemmergyn)[82] machte, waren es 1 Teil Salpeter und 2 Teile Salmiak; auf ein Pfund der Mischung kam 1/2 o Vitriol.

5. Nimm 4 Pfund weiß gebrannten Weinstein und mische sie 2 bis 3 Stunden lang mit Wasser in einem Sack. Nimm zu diesem Wasser 6 Stück Gold oder Gulden und lass sie 1/8 Stunde darin, nimm sie dann wieder heraus und trockne sie sorgfältig mit einem Schwamm. Mische 1 Teil Salpeter und 2 Teile Salmiak, nimm davon 1 Pfund lege das Gold in einen großen Tiegel und erhitze diesen, bis die Gulden glühen. Dann nimm sie heraus, halte sie aber noch warm. Streue das Pulver über die Gulden, die jetzt schwarz werden. Jetzt wirf sie heiß ins Wasser, dann in ein anderes Becken und trockne sie mit einem Schwamm. Dann nimm einen Getreide- oder Futtersack mit Krumen von Roggenbrot und Hafer, gib die Gulden hinein und scheuere sie, bis sie blank werden. Es gibt auch Münzmeister, die dem Wasser, in das die glühenden Gulden kommen, pulverisiertes Vitriol zusetzen.

6. Andere sieden die Gulden zunächst in ungebranntem Weinstein, bis sie weiß werden, und geben ihnen dann die rote Farbe, andere wieder sieden die Gulden zunächst ohne Weinstein in schönem Wasser (in schoynen wasser) und geben ihnen dann die Farbe und andere setzen dem Pulver Stenmehl, wohl von Granit (lapis synatres[83]) zu.

7. Gradierwasser (Graduom)[84] für Gold und Silber (goult ind silber yecklichs halff): Je 1 Lot Grünspan, Salmiak, Vitriol und Salpeter, je 1/2 Lot Crocus Martis[85], und gebranntes Kupfer (esustum[86]) mit starkem Weinessig vermischen und trocknen; Gold und Silber von jeweils gleichem Gewicht in einem Tiegel schmelzen und anschließend 1 Lot dieser Mischung in den Tiegel werfen und die Schmelze dreimal umrühren; dann wird sie auf das höchste gradiert. Wenn du das Pulver hineintust, lege Kohlen auf den Deckel und gieß es dann in eine Gussform.

Anmerkungen

1 Historisches Archiv der Stadt Köln, Handel 958. An dieser Stelle möchte ich Herrn Prof. Dr. Hans-Gert Bachmann, Hanau, für viele Hinweise und die Ermunterung danken, in dieses für mich fremde Gebiet einzudringen, ebenso Herrn Dr. Eberhard Auer, Erftstadt, für knifflige chemische Einzelfragen. Ebenso möchte ich Frau Dr. Andrea Hoh-

meyer vom Archiv der Degussa AG in Frankfurt a. M. für die Versorgung mit der älteren und sonst nur schwer zugänglichen Literatur danken.

2 Schneider 1991.

3 Schneider 2003b.

4 Reproduziert in: Schneider 2002.

5 Biringuccio 1925; Agricola 1977; Ercker 1968; Ercker 1623; Ercker 1960; Suhling 1976.

6 Waldburg Wolfegg 1997, im Kommentarband, S. 42-47, im Hausbuch fol. 35'-36, 40-42.

7 Luschin v. Ebengreuth 1971, S. 165-170 (Münzgewichte des Mittelalters); Aerts/van Cauwenberghe 1986, S. 407; Witthöft 2004.

8 Im Text fol. 37-37'.

9 Huiskamp/de Graaf 1994, bes. S. 70-86; Ercker 1623, S. 66-73: Herstellen von Waagen und Gewichten aus Messing.

10 Schindler 1705, S. 68-74.

11 Im Text fol. 35'-37, 38-38', 39-40.

12 Zedler 1743, Sp. 314 f.; Litzow 1984, S. 86-90; Bauer 1976; Höck 1976; Stephan o. J./1995.

13 Agricola 1977, S. 195-198; Ercker 1968, S. 36 f.: Abbildung der Werkzeuge; Ercker 1623, S. 14-21, S. 78-80; Krünitz, 117, 1811, S. 516-532; detaillierte Beschreibung der Herstellung: Balling 1879, S. 297-304; Schiffner 1925, S. 34-39: Kupellen aus feuerfestem Ton, Kohlenstoff, Knochenasche und in früheren Zeiten aus Holzasche.

14 Generallandesarchiv Karlsruhe, 429, 1.236, Manuskript: Über die beim Münzwesen und dem Metallhandel gebräuchliche Probierkunst; zur Person: Schneider 2003a.

15 Einige Stellen des Textes blieben unlösbar, so dass auf eine Aufklärung durch die Leser zu hoffen ist; zur „Klär", die am besten aus gebrannten und gemahlenen Kalbskopfknochen (auch aus Hirschhorn, Fischgräten und Hechtkiemen) gewonnen und auf die Kupellen aufgetragen oder -gestreut wird, Ercker 1623, S. 19-21, S. 79; Ercker 1968, S. 37.

16 Verunreinigung des Glases, meist Natrium- oder Calciumsulfat, während der Glasschmelze abgeschieden, Agricola 1977, S. 502, als Probierzuschlag, S. 200, anstelle von Borax als Flussmittel zum Löten verwendet; Krünitz, 18, 1779, S. 682-686; aus Glashütten oder aus Spanien.

17 Im Text fol. 45'.

18 Im Text fol. 39.

19 Agricola 1977 u. Ercker 1623, 1960 u. 1968, stellvertretend für die jüngere Literatur: Balling 1879 u. Schiffner 1925.

20 Probierstein, geschliffener schwarzer Kieselschiefer, an dem für die Vorprobe mit Streichnadeln von bekanntem Feingehalt durch Augenschein der ungefähre Feingehalt ermittelt wird, Schiffner 1925, S. 80 f.

21 Holländische bzw. flämische Doppelgroschen der 1. Hälfte des 15. Jahrhunderts, Enno van Gelder 1976, S. 271 bzw. S. 258.

22 Salpetersäure (HNO_3) löst alle Metalle bis auf Gold. Agricola 1977, S. 381-384, Ercker 1623, S. 133-152; Ercker 1968, S. 60-64, mehrere Rezepte. Fast alle Mischungen enthalten Alaun (Kalium-Aluminium-Sulfat – $KAl(SO_4)_2 \times 12H_2O$) und Vitriol (vermutlich Eisenvitriol - $FeSO_4 \times 7H_2O$, zu Vitriol s. Anm. 40), die allein für sich, aber noch mehr in der Verbindung mit Salpeter Gold und Silber scheiden können, Schnabel 1901, S. 1130-1135, zur Auflösung von Gold in anderen Chemikalien, ebd., S. 1082-1101, Ullmann 9, 1921, S. 635-689.

23 Agricola 1977, S. 194 f., S. 419.

24 Agricola 1977 widmet ein ganzes Kapitel den unterschiedlichen Scheideverfahren: S. 381-420; Schnabel 1901, S. 1130-1174; s. a. Lewis 1764, auch zum Vergolden.

25 Im Text fol. 42'. Agricola 1977, S. 384 f.

26 Suhling 1976, S. 188 (nur Glossar).

27 Agricola 1977, S. 388-392; Schnabel 1901, S. 1121-1130 – trockene Verfahren zur Scheidung von Gold und Silber, Krünitz, 19, 1780, S. 338-352: Verfahren mit Scheidewasser, Antimonsulfat und Schwefel.

28 Schnabel 1901, S. 1135-1171, Prior 1966.

29 Im Text fol. 5-9, 29'-31', 44, 45', 46'-47'.

30 Abb. Agricola 1977, S. 383 u. Ercker 1968, S. 318 f., Moorhouse 1972, Principe 1998a, Pfeiffer 1986.

31 Reineking von Bock 1986.

32 Lutz 1992, S. 44 f., S. 136; Baumgartner/Krueger 1988, S. 434 f.

33 Horschik 1990, S. 48 f., S. 68, Ercker 1623, S. 147 f.; Lutz 1992, S. 133.

34 Bei Ercker 1968, S. 124 ein Rezept zu einer Dichtungsmasse für die Fugen zwischen Destillierkolben und Helm aus zerstoßenen alten Kupellen und Eiklar.

35 Agricola 1977, S. 381-384, Beschreibung der Scheidewasserherstellung.

36 Alaun (lat. alumen), früher gewonnen aus Alaunstein, Alaunschiefer oder Alaunerde und zum Beizen, Färben, Schmelzen und zur Herstellung von Scheidewasser; u. a. das aus den o.g. Rohstoffen gewonnene Kaliumalaun [$KAl(SO_4)_2 \times 12\ H_2O$], hier im Text auch Federalaun (alumen plumosum) und alumen romanum. Agricola 1977, S. 200, S. 381, S. 489; Zedler, 1, 1732, Sp. 1616-1619; Ullmann, 1, S. 295-301.

37 Ercker 1623, S. 305-332, ausführliche Beschreibung des Salpetersiedens; Zedler, 33, 1733, Sp. 1128-1209; Agricola 1977, S. 478-481: Kalisalpeter = Kaliumnitrat ($KaNO_3$), Ullmann, 6, 1919, S. 616-618.

38 Großer Topf mit zwei Henkeln oder Griffen. Das hartgebrannte gesinterte Steinzeug ist säurefest und daher für chemische Prozesse gut geeignet. In Köln, Frechen, Langerwehe und Siegburg wurde auch in jener Zeit „Frühsteinzeug" hergestellt, Reineking von Bock 1986; zum Gefäßtyp: Stolle 1998, S. 115-117.

39 Bleihaltiges Nebenprodukt bei der Scheidung des Bleis vom Silber, kann durch reduzierendes Schmelzen auf Blei verarbeitet werden: Blei(II)oxid, durch Luftzufuhr oder Glühen beim Treibprozess gewonnen, auch für keramische Glasuren; zur Verwendung im Probierverfahren: Agricola 1977, S. 199, S. 405; Schnabel 1901, S. 557-566, S. 743 f.

40 Zinksulfat ($ZnSO_4$) kommt als Galitzenstein oder Goslarit in der Natur vor, Ullmann, 12, 1923, S. 259-261; Vitriol = ältere Bezeichnung für Sulfate schwerer zweiwertiger Metalle (Zink, Mangan, Eisen, Kobalt und Kupfer), bezeichnet nach den Farben blau = Kupfervitriol, grün = Eisenvitriol und weiß = Zinkvitriol.

41 Ebenso wie Sernlis nicht zu klären.

42 Regalar = Arsensulfid (As_4S_4), freundliche Auskunft von Herrn Dr. Wolfgang Dreher, Hanhofen.

43 Bullion = legiertes Metall, im Text auch fol. 9', 34'.

44 Im Text: fol. 7', 9.

45 Schwer lösbare Kalium- und Calciumsalze, die durch Reaktionen im Most und Wein entstehen, Ausgangsbasis für Weinsäure; wichtigster Bestandteil ist Kaliumhydrogentartrat, Ullmann, 12, 1923, S. 71-73.

46 Salmiak = Ammoniumchlorid (NH_4Cl), Zedler, 33, 1742, Sp. 1003-1041, für Scheidewasser, zum königlichen Zement und Königswasser, zum Ablösen von Gold vom Silber bei Vergoldungen, Sp. 1026: 1 Pfund Weinstein + Borax + 1 Unze 4 Quentchen Salmiak; Rezept von Ercker von 1556: 1 Pfund gebranntes Salz, 1/2 Pfund Alaun, 1/4 Pfund Vitriol und 1 Pfund guten Ruß mit scharfem Urin aufgießen, dann einkochen und in einem gut verklebten Topf 8 Stunden im Töpferofen durchwärmen, Ercker 1968, S. 120; Ullmann, 1, 1915, S. 360 f., S. 392-396.

47 Wurzeln der Ringelblume, Calendula, Speichelwurzel, vielfach verwendetes Heilmittel mit einer Reihe von Wirkstoffen, Otto 1992.

48 Quecksilbersulfid (HgS), auffallend scharlachrotes Mineral und Quecksilbererz; Quecksilber wird daraus durch Destillation gewonnen, Norddeutsche Affinerie 1964, S. 89; Ullmann, 9, 1921, S. 313-366 (Quecksilber mit Verbindungen).

49 Pottasche, gemeines Alkali = Kaliumkarbonat K_2CO_3, gewonnen aus Pflanzenasche durch Sieden, wichtiger Rohstoff zur Glasherstellung, Ullmann, 6, 1919, S. 613-615; hergestellt durch Auslaugen von Pflanzenaschen, Eindampfen der so entstandenen Kalilauge zu festen Kuchen, dann Brennen mit Glühen (Kalzinieren), Loibl 1996a, S. 79-156.

50 Wolfsmilchgewächse oder Euphorbiaceae, zu den Sukkulenten (mit Saftspeichergewebe) gehörig, giftig, auch Heilpflanzen.

51 Vermutlich eine Nischenkachel oder auch eine Muffel zum Abdecken.

52 Grünspan oder Kupfergrün, natürlich in Kupfergruben (grünlicher Markasit), als Pulver oder in Kuchen verkauft, aus Italien und Südfrankreich, auch künstlich aus Kupfer hergestellt, Zedler, 1, 1732, unter Aerugo, Sp. 682 f.

53 Im Text fol. 41'-42, 43-44, 45-45', 46'-47.

54 Agricola 1977, S. 384-391; Schnabel 1901, S. 1130-1132.

55 Sal alkali, alkalisches Salz, oder Soda, in Spanien in der Natur vorkommend, zum Seifensieden verwendet, hergestellt aus der Salsodapflanze (Kali maius) durch Verbrennen zu Asche nach Trocknung, die beim Erkalten zu einer steinartigen Masse zusammenbackt, heute synthetisch hergestellt, Loibl 1996b.

56 – Spießglanzerz, an der Grenze von Metallen zu Nichtmetallen; wichtigstes Erz ist Antimonglanz oder Grauspießglanz bzw. Spießglanzerz (Antimon(III)-sulfid – Sb_2S_3), mit 71,77 % Antimon und 28,33 % Schwefel, schon früh verwandt zum Scheiden von Gold aus Güldischsilber, Norddeutsche Affinerie 1964, S. 13-16; Ullmann, 1, 1915, S. 500-529; Agricola 1977, S. 349.

57 Im Text fol. 29-29', 32'-33, 41, 42', 43', 44, 46.

58 Bei Zedler, 2, 1733, Sp. 1804-1807 zwei Bedeutungen im Sinne von Mörtel und Edelmetallscheidung, dort genannt auch verschiedene Zementpulver aus Grünspan, esustum, Crocus Martis, geröstetem (kalziniertem) Vitriol, Salz und dergleichen, Zementpulver u. a. auch aus Ziegelmehl, Salz und Vitriol; Agricola 1977, S. 392-394, Rezepte für Zemente zum Zementieren: verschiedene Mischungen aus Ziegelmehl, Koch- oder Steinsalz, Vitriol, Salmiak, Vitriol und Grünspan mit Weinessig oder Urin und Gold- oder Silbergranalien; Ercker 1968, S. 66 f. dort Verwendung von Ziegelmehl, Salz, Grünspan, weißem Vitriol, Salpeter, bei Verunreinigungen Salmiak, Steinsalz und (Siede)Salz, für geringes Gold mit Grünspan, Hämatit und neuem Ziegelmehl; Ercker 1623, S. 177-185, S. 201 f.; Rezepte auch bei Schindler 1705, S. 66 f., meist aus Ziegelmehl und selten aus gemahlenem Kiesel, Kupfervitriol, Salpeter, Blutstein (Hämatit), Grünspan, Crocus Martis, auch Schwefel; Schnabel 1901, S. 1125 f.; Bachmann 1997 u. 2001.

59 Abb.: Ercker 1968, S. 24, S. 322 f.

60 Heute: Netzwerkwandler. Ercker 1968, S. 37 f., S. 64 f., auch zum besseren Ansieden von Erzen; Agricola 1977, S. 199-204, an beiden Stellen eine Reihe von Zuschlägen: Antimonglanz, Bleiverbindungen wie Glätte, Borax, Schlacken von Gold, Silber, Kupfer, Blei, dann Glasgallen, Salpeter, Schwefel, Alaun, Vitriol. Rezept: Historisches Archiv der Stadt Köln, Handel, 881, S. 85: mit Salmiak, Salpeter, Schwefel, Grünspan und Esustum, S. 100: je 1 Grän Kupferzuschlag, Grünspan, Salmiak und Borax je Mark Edelmetall zum Treiben im Tiegel.

61 Im Text fol. 31-32, 45.

62 Natriumtetraborat ($Na_2\ B_4O_7 + 10\ H_2O$), technisch wichtiges Salz, Rezept dazu bei Ercker 1968, S. 121: 1 Lot gegossenes Salz, 1 Lot Glasgalle und 1 Lot Salz; natürlich nur in Tibet und Kalifornien, Hilfsmittel zum Löten und Schweißen, weil es Metalloxide auflöst, auch Zusatz zu Glas und keramischen Glasuren, Ullmann, 2, 1915, S. 736-743.

63 Freundliche Auskunft von Herrn Dr. Eberhard Auer, Erftstadt, der meint, dass nach heutiger Kenntnis nur rund die Hälfte der früher verwandten Chemikalien nötig ist; Rezepte bei Schindler 1705, S. 15 f., S. 176 f., mit Salmiak und Zinnober (mercurium sublimatum). Vitriol, Grünspan und Esustum; Lewis 1764, S. 57 f. (für Gold), mit Borax, als dem wohl besten Flussmittel, das Gold blass macht, was durch einen Salpeterzusatz ausgeglichen werden kann.

64 Lange schmale dünne Barren, Vorstufe zur Münzprägung.

65 Flussmittel zu Gold, nach Ercker 1623, S. 108: 1 Teil Salpeter und 2 Teile Weinstein vermischen und in einem Topf glühen, daraus wird ein graues Pulver. Unter Zusatz von glühenden Kohlen brennt es sich aus zu einem Fluss + Salpeter, Glasgallen oder geflossenem Salz und rohem Weinstein.

66 Im Text fol. 11'-12', 32-34'.

67 Einige Rezepte für Gulden, ungarisches Gold, Stuttgarter Gold und geringes Gold bei Ercker 1968, S. 67 f., zum Verleihen der richtigen Farben für Gold bei bestimmtem Verwendungszweck, Rezepte mit Salmiak, Salpeter, Alaun, Salz, auch Kupferwasser (Vitriol), ebd., S. 103, S. 118-125, auch unter Verwendung der wichtigen Chemikalie Urin, so zur grünen Goldfarbe für Gulden aus Salmiak, Salpeter und Vitriol (Kupferwasser) im Verhältnis 3 : 3 : 2, gemahlen und mit Essig angerührt. In diese Mischung kommen geglühte Gulden und bleiben, bis sie grün werden. Anschließend bleiben sie in einem geglühten Tiegel, bis sie schwarz sind, werden dann mit Urin abgelöscht und reinem Wasser abgewaschen. Fleckige Gulden werden mit Salz abgerieben; s. a. Krünitz, 19, Berlin 1780, S. 414 f.: Rezepte mit Schwefel, Weinstein und Kochsalz sowie Schwefel, Alaun, Arsenik, Curcuma und Antimonsulfat.

68 Zedler, 11, 1735, Sp. 128.

69 Freundliche Auskunft von Herrn Dr. Eberhard Auer, Erftstadt.

70 Vermutlich durch Kupferbestandteile. Kupfer wird beim Glühen schwarz. Urin war stets ein beliebtes Reinigungsmittel; Harnsäure löst Kupferoxid auf, frdl. Auskunft von Herrn Dr. Eberhard Auer, Erftstadt; Urin war gerne benutztes Lösungsmittel für einige Metalle und Metallsalze, Principe 1998b.

71 Rezepte zum Vergolden, Ercker 1968, S. 118-120, Rezepte mit Vitriol, Alaun, Salz, Salmiak und Wein bzw. Federalaun; Salmiak, Weinstein, Galitzenstein, Salz und Grünspan für einen Grund, Zedler, 47, 1746, Sp. 771-783, Sp. 781 f. Krünitz, 19, 1780, S. 406-414; auch zur Herstellung von Grundierungen zum Auflegen von Blattgold; Rezepte des 19. Jahrhunderts: Miehr 1995, S. 88-101; Stöckel 1826; Poppe 1827.

72 Diese Abkürzung kommt in diesem Bereich wiederholt vor, vielleicht Lot, jedenfalls stets die gleiche Einheit.

73 Ullmann, 10, 1922, S. 121-142.

74 Vielleicht Salz.

75 Salgemmae = Steinsalz, Zedler, 33, 1742, Sp. 890.

76 Nachahmungen französischer Goldschilde (écus d'or) durch Graf Wilhelm VI. von Holland (1404-1417), in großen Mengen auch von dessen Nachfolgern geprägt und bis im 16. Jahrhundert im Umlauf; Enno van Gelder 1976, S. 41, S. 271; Nijssen/van Laere 2003, S. 295 f.

77 A) Münzstätte des Hochstifts Utrecht, B) Münzstätte des Hochstifts Lüttich.

78 Herrschaft in Geldern, Dynastie Broncckhorst in Anholt und Batenburg, mit reger Münzprägung und meist geringwertigen Nachahmungen gängiger niederländischer und anderer Münzen, 1434 erlitt der Münzmeister wegen Falschmünzerei die gebräuchliche Todesstrafe des Siedens im Kessel, van der Chijs 1853, S. 129-145.

79 In Brabant um 1373 entstandene hochfeine (0,995) Goldmünze mit dem heiligen Petrus, im Hochstift Lüttich bis um 1425 und auch anderswo mit verringertem Feingehalt geprägt, Enno van Gelder 1976, S. 266; Nijssen/van Laere 2003, S. 283.

80 Nur Halbgulden vom Pfandherren Rainald von Jülich (1402-1423) bekannt: Menadier 1913, Nr. 110 f.; von Noß 1927, S. 92 f., bestritten.

81 Herrschaft in Limburg mit ähnlicher Münztätigkeit wie Batenburg, van der Chijs 1862, S. 271-288, auch Standort einer Falschmünzerwerkstätte, die falsche Gulden des Kölner Kurfürsten Dietrich von Moers (1413-1463) herstellte, van Laere 2001.

82 Geprägt unter Wilhelm II. von Sombreffe (1400-1475), Delmonte 1964, S. 48, Nr. 247; ursprünglich ab 1355 geprägte französische Goldmünze mit dem Gotteslamm, auch im Hochstift Lüttich und in den Niederlanden und angrenzenden Gebieten geprägt, Enno van Gelder 1976, S. 35, S. 263.

83 Wohl Lapis syenites, Zedler, 16, 1737, Sp. 752 f.

84 Gradieren: in der Schmelzkunst Verbesserung der Metalle, also auch schönere Farben für Blassgold, Zedler, 11, 1735, Sp. 488; Rezept zu Gradierwasser: Historisches Archiv der Stadt Köln, Handel, 881, S. 109 f., auch Probier-Biechlin 1546, S. 43, S. 47: Rezepte zum Gradieren von Gold, u. a. Vitriol, Salpeter und Salmiak stoßen und mischen, wie Scheidewasser destillieren und mit der siebenfachen Menge Gold vermischen, bis das Gold blickt, Ercker 1623, S. 185 f.; Ercker 1968, S. 68; Schindler 1705, S. 177 f.: Rezepte mit Vitriol, Salpeter, Grünspan, Crocus Martis, Sal nitri, Salmiak, Borax und Alaun.

85 Sammelbezeichnung für einige Metallverbindungen von braunroter Farbe (Eisensafran) Fe_2O_3 mal x H_2O, Priesner 1998, Rezept zum Feinbrennen aus Eisenfeilspänen: Historisches Archiv der Stadt Köln, Handel, 881, II. Teil, S. 8, auch Zedler, 5, 1733, Sp. 1678-1680.

86 Esustum = auch aus Grünspan über mehrere Stunden gebranntes Kupfer, Ercker 1968, S. 55, S. 124; Agricola 1977, S. 199, wahrscheinlich Kupfersulfid (Cu_2S), hergestellt aus Kupfer und Schwefel in einem geschlossenen Topf.

Bibliographie

AERTS, Erik/CAUWENBERGHE, Eddy van:
1986 Organisation und Technik der Münzherstellung in den Südlichen Niederlanden während des Ancien Régime, in: Witthöft, Harald (u. a.) (Hrsg.): Die Historische Metrologie in den Wissenschaften, St. Katharinen 1986, S. 338-415.

AGRICOLA, Georg:
1977 Vom Berg- und Hüttenwesen, hrsg. v. Schiffner, Carl, München (dtv) 1977.

BACHMANN, Hans-Gert:
1997 Zementation: Ein mehrdeutiger Begriff, in: Metalla 4, 1997, H. 2, S. 45-48.
2001 Goldscheide- und Probierkunst von den Anfängen bis zur Neuzeit, in: Mitteilungen der Gesellschaft für Salzburger Landeskunde 141, 2001, S. 81-88.

BALLING, Carl A. M.:
1879 Die Probirkunde, Braunschweig 1879.

BAUER, Ingolf:
1976 Zur Geschichte der Schmelztiegelherstellung in Obernzell, in: Volkstümliche Keramik aus Europa. Zum Gedenken an Paul Stieber, hrsg. v. Kriss-Rettenbeck, Lenz/Bauer, Ingolf, München 1976, S. 13-16.

BAUMGARTNER, Erwin/KRUEGER, Ingeborg:
1988 Phönix aus Sand und Asche. Glas des Mittelalters, München 1988.

BIRINGUCCIO, Vannocio:
1925 Pirotechnia. Ein Lehrbuch der chemisch-metallurgischen Technologie und des Artilleriewesens

aus dem 16. Jahrhundert. Deutsch von Johannsen, Otto, Braunschweig 1925.
CHIJS, P.O. van der:
1853 De munten der voormaligen heeren en steden van Gelderland, Haarlem 1853.
1862 De munten der leenen van de voormalige hertogdommen Braband en Limburg, Haarlem 1862.
DELMONTE, A.:
1964 Le Bénélux d'or – de gouden Benelux, Amsterdam 1964.
ERCKER, Lazarus:
1623 Beschreibung aller furnemster Ertzt- und Bergwercks Arten etc., Frankfurt a. M. 1623 (ältere Auflagen ab Prag 1574).
1960 Das große Probierbuch, hrsg. v. Beierlein, Paul Reinhard, Berlin 1960.
1968 Drei Schriften, bearb. v. Beierlein, Paul Reinhard/Winkelmann, Heinrich, Bochum 1968.
ENNO van GELDER, Hendrik:
1976 De Nederlandse munten, Utrecht, 6. Aufl., 1976.
HÖCK, Alfred:
1976 Großalmerode – Entwicklung eines niederhessischen Gewerbeorts zur Stadt der Tiegelmacher, in: Volkstümliche Keramik aus Europa. Zum Gedenken an Paul Stieber, hrsg. v. Kriss-Rettenbeck, Lenz/Bauer, Ingolf, München 1976, S. 71-92.
HORSCHIK, Josef:
1990 Steinzeug. 15. bis 19. Jahrhundert. Von Bürgel bis Muskau, Dresden, 3. Aufl., 1990.
HUISKAMP, Marloes/de GRAAF, Cor:
1994 Gewogen of bedrogen. Het wegen van geld in de Nederlanden, Leiden 1994.
KRÜNITZ, Johann Georg:
1779/1780/1811 Johann Georg Krünitz's Encyklopädie, 18, Berlin 1779, 19, Berlin 1780, 117, Berlin 1811.
LAERE, Raf van:
2001 Een 15de-eeuws valsmuntatelier van Rekem (Limburg), in: Revue Belge de Numismatique 147, 2001, S. 135-141.
LEWIS, Wilhelm:
1764 Historie des Goldes und der verschiedenen Künste und Gewerbe, welche davon abhangen, Zürich 1764.
LITZOW, Karl:
1984 Keramische Technik, München 1984.
LOIBL, Wilhelm:
1996a Pottasche, in: Loibl, Wilhelm (Hrsg.): Asche zu Glas. Die Flussmittel Asche, Pottasche und Soda in fränkischen Glashütten vom 17. bis zum 19. Jahrhundert, Lohr am Main 1996, S. 79-156.
1996b Soda, in: Loibl, Wilhelm (Hrsg.): Asche zu Glas. Die Flussmittel Asche, Pottasche und Soda in fränkischen Glashütten vom 17. bis zum 19. Jahrhundert, Lohr am Main 1996, S. 157-199.
LUSCHIN v. EBENGREUTH, Arnold:
1971 Allgemeine Münzkunde und Geldgeschichte des Mittelalters und der neueren Zeit, Darmstadt, 2. Aufl., 1971.
LUTZ, Dietrich (u. a.) (Red.):
1992 Vor dem großen Brand. Archäologie zu Füßen des Heidelberger Schlosses, Stuttgart 1992.
MENADIER, Julius:
1913 Die Aachener Münzen, Berlin 1913.
MIEHR, H.:
1995 Praktisches Handbuch der Lackir-, Vergoldungs-, Bronzir-, Beiz-, Färbe- und Polirkunst, Weimar 1852 (Reprint: Hannover 1995).
MOORHOUSE, Stephen:
1972 Medieval Distilling Apparatus of Glass and Pottery, in: Medieval Archeology 16, 1972, S. 79-121.
NIJSSEN, Rombout/van LAERE, Raf:
2003 Klinkende munt. Muntvaluaties en muntordonanties in Sint-Truiden 1437-1552, Hasselt 2003.
NORDDEUTSCHE AFFINERIE:
1964 Kleines Lexikon der Metalle, Hamburg, 2. Aufl., 1964.
NOSS, Alfred:
1927 Die Münzen von Jülich, Mörs und Alpen, München 1927.
OTTO, Isaac:
1992 Die Ringelblume, Stuttgart 1992.
PFEIFFER, Gerhard:
1986 Technologische Entwicklung von Destilliergeräten vom Spätmittelalter bis zur Neuzeit, Diss., Regensburg 1986.
POPPE, J. H. M.:
1827 Die Kunst des Vergoldens, Stuttgart 1827.
PRIESNER, Claus:
1998 Crocus, in: Priesner, Claus/Figala, Karin (Hrsg.): Alchemie. Lexikon einer hermetischen Wissenschaft, München 1998, S. 101.
PRINCIPE, Lawrence M.:
1998a Laborgerät, in: Priesner, Claus/Figala, Karin (Hrsg.): Alchemie. Lexikon einer hermetischen Wissenschaft, München 1998, S. 211-215.
1998b Urin, in: Priesner, Claus/Figala, Karin (Hrsg.): Alchemie. Lexikon einer hermetischen Wissenschaft, München 1998, S. 364.
PRIOR, Karl:
1966 100 Jahre Norddeutsche Affinerie, Hamburg 1966.
PROBIER-BIECHLIN:
1546 Probier-Biechlin, Augsburg 1546.
REINEKING v. BOCK, Gisela:
1986 Steinzeug, Köln, 3. Aufl., 1986.
SCHIFFNER, Carl:
1925 Einführung in die Probierkunde, Halle, 2. Aufl., 1925.
SCHINDLER, Christian Carl:
1705 Der geheimbde Müntz-Guardein und Berg-Probierer etc., Frankfurt a. M. 1705.
SCHNABEL, Carl:
1901 Handbuch der Metallhüttenkunde, Bd. 1: Kupfer, Blei, Silber, Gold, Berlin, 2. Aufl., 1901.
SCHNEIDER, Konrad:
1991 Zur Tätigkeit der Generalwardeine des Oberrheinischen Reichskreises, in: Jahrbuch für westdeutsche Landesgeschichte 17, 1991, S. 95-128.
2002 Aus den Aufzeichnungen eines Kölner Wardeins um 1450 – Ein Vorbericht, in: DER ANSCHNITT 54, 2002, S. 56-58.
2003a Johann Georg und Christian Joseph Dietze, Generalwardeine des Kurrheinischen und Oberrheinischen Kreises und die Probleme des süddeutschen Münzwesens um 1800, in: Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins 151, 2003, S. 385-414.
2003b Untersuchungen zum rheinischen Geldumlauf um 1450. Aufzeichnungen eines unbekannten niederrheinischen Wardeins, in: Düsseldorfer Jahrbuch 74, 2003, S. 45-103.
STEPHAN, Hans-Georg:
o.J./1995 Großalmerode. Ein Zentrum der Herstellung technischer Keramik, Steinzeug und Irdenware in Hessen, 2 Bde., Großalmerode o. J. u. 1995.
STÖCKEL, H. F. A.:
1826 Kunstuch oder praktische Anweisung aller Arbeiten mit Gold, Platina, Silber, Kupfer etc., München 1826.
STOLLE, Walter:
1998 Von Baren, Bembeln, Blotzkrügen und Lasen. Steinzeug aus Hessen und Thüringen vom 16. bis 20. Jahrhundert, Darmstadt 1998.
SUHLING, Lothar:
1976 Der Seigerhüttenprozeß. Die Technologie des Kupferseigerns nach dem frühen metallurgischen Schrifttum, Stuttgart 1976.
ULLMANN, Fritz (Hrsg.):
1915/1919/1921-1923 Enzyklopädie der technischen Chemie, Bd. 1, Berlin/Wien 1915, Bd. 2, Berlin/Wien 1915, Bd. 6, Berlin/Wien 1919, Bd. 9, Berlin/Wien 1921, Bd. 10, Berlin/Wien 1922, Bd. 12, Berlin/Wien 1923.
WALDBURG WOLFEGG, Christoph Graf zu (Hrsg.):
1997 Das mittelalterliche Hausbuch, Faksimile und Kommentarband, München 1997.
WITTHÖFT, Harald:
2004 Kölner Marken und Gewicht, in: Cunz, Reiner (Hrsg.): Fundamenta Historiae. Geschichte im Spiegel der Numismatik und ihrer Nachbarwissenschaften. Festschrift für Niklot Klüßendorf zum 60. Geburtstag am 10. Februar 2004, Hannover 2004, S. 379-388.
ZEDLER, Johann Heinrich:
1732/1733/1735/1737/1742/1743/1746 Großes Universal-Lexikon aller Wissenschaften und Künste, Bd. 1, Leipzig/Halle 1732, Bd. 2 u. Bd. 5, Leipzig/Halle 1733, Bd. 11, Leipzig/Halle 1735, Bd. 16, Leipzig/Halle 1737, Bd. 33, Leipzig/Halle 1742, Bd. 35, Leipzig/Halle 1743, Bd. 47, Leipzig/Halle 1746.

Anschrift des Verfassers:

Dr. Konrad Schneider
Herzbergweg 9
D-65760 Eschborn