

Gneus-Distrikte (namentlich Skandiviens, Amerika's u. s. w.) machen es wahrscheinlich, dass mancher Gneus ursprünglich eine geschmolzene Masse bildete (s. Granit), und dass daher seine Parallelstructur keiner mechanischen Ursache zugeschrieben werden kann. Welche Kraft es aber gewesen sey, die einen so durchgreifenden Parallelismus der Glimmerblätter zu bewirken im Stande war, darüber stehen uns bis jetzt nur Hypothesen zu Gebote, zufolge welcher man diese Kraft bald eine elektrische, bald eine magnetische genannt hat. Allerdings ist es nicht zu leugnen, dass das Streichen der Gneusschichten in manchen Gegenden einen gewissen Parallelismus mit den magnetischen isodynamen Linien zeigt, und dass senkrecht oder doch sehr steil stehende Gneusschichten im Allgemeinen weit häufiger angetroffen werden, als annähernd horizontale. — Naumann hat in neuester Zeit zu beweisen gesucht, dass die Parallelstructur des Gneuses in gewissen Distrikten (z. B. im sächsischen Erzgebirge) durch Streckung hervorgebracht worden sey. Er nimmt nämlich an, dass der damals noch weiche — oder wieder erweichte — Gneus durch von unten auf ihn wirkende Eruptivmassen bauchförmig aufgetrieben, gestreckt wurde, als Folge welcher Streckung sich die parallele Anordnung der Glimmerblätter denken lässt.

Th. S.

Gökumit, (so genannt nach seinem Fundorte Gökum bei Danemora in Schweden) ist nach den Untersuchungen von Murray und Berzelius nichts als Idokras. Ob das später von Thomson<sup>1)</sup> als Gökumit untersuchte Mineral identisch hiermit sey, ist zweifelhaft.

Th. S.

Göthit s. Brauneisenstein. Bd. I. S. 930.

Gold. Chemisches Zeichen: Au (Aurum). Atomgewicht = 1229,415, nach der neuesten Bestimmung von Berzelius.

Das Gold findet sich fast nur gediegen (s. Gediegen) und in diesem Zustande gewöhnlich mehr oder weniger durch Silber verunreinigt. Von natürlich vorkommenden goldhaltigen Verbindungen kennt man folgende:

Elektrum (Silbergold oder Goldsilber) = Au, Ag.

Palladgold (Fauls Gold — Ouro poudre) = Au, Pd, Ag.

Rhodiumgold (von Mexico; nach Del Rio) = Au, Rh.

Schrifterz (Tellursilbergold — Schrifttellur) = AgTe + Au<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>

Sylvanerz (Tellursilberblei — Weifstellur) = (Ag, Pb)(TeSb) + Au<sub>2</sub>(Te, Sb<sub>2</sub>).

Blättererz (Tellurblei — Blättertellur) = Pb, Au, Te, Sb, S.

Silberphyllinglanz (von Ungarn; nach Plattner) = Sb, Pb, Te, Au, S.

Gediegen Tellur und Tellursilber sind häufig goldhaltig. Einen geringen Goldgehalt besitzen ferner manche Schwefelkiese, Kupferkiese, Arsenikkiese und Blenden. Ob das Gold in diesen letzteren in fein vertheilter metallischer Gestalt vorkommt oder als Schwefelgold darin vorhanden ist, wurde bisher nicht genügend ermittelt.

Reines Gold verschafft man sich im Kleinen am leichtesten durch Auflösung einer Goldmünze oder einer ähnlichen Goldlegirung in Königswasser, Erhitzen der Solution bis zur Entfernung der darin

<sup>1)</sup> v. Leonhard, Bronn's Jahrbuch, 1833. S. 430.

vorhandenen Salpetersäure, Verdünnen derselben mit Wasser, und durch Fällung dieser verdünnten unreinen Goldauflösung mittelst Eisenvitriol. Das durch Decantiren und Filtriren erhaltene Goldpulver wird darauf mit concentrirter Salzsäure digerirt, gut ausgewaschen und mit Borax und Salpeter zu einem Regulus geschmolzen. Dieses Verfahren setzt jedoch voraus, dass die zur Darstellung des Goldes angewandte Legirung nicht silberhaltig war; enthielt sie Silber, so fällt auch das erhaltene Gold mehr oder weniger silberhaltig aus. Levöl<sup>1)</sup> hat daher folgende von ihm auf ihre Brauchbarkeit geprüfte Methode in Vorschlag gebracht. Man löst das unreine Gold in Königswasser (4 Thle. Salzsäure und 1 Thl. Salpetersäure, letztere von etwa 20° Beaumé) auf, filtrirt, um das niedergeschlagene Chlorsilber zu trennen, und setzt der Flüssigkeit Antimonchlorür zu, welches vorher mit so viel Salzsäure vermischt wurde, dass es von dem das Goldchlorid in Auflösung haltenden Wasser nicht getrübt wird. Hat man zu wenig Salzsäure zugesetzt, und bildet sich deshalb ein weißer Niederschlag, so kann dieser durch nachträglich hinzugefügte Salzsäure leicht wieder gelöst werden, ohne dass ein Nachtheil daraus entsteht. Auf 100 Gwthle. zu reducirendes Gold kann man etwa 200 Gwthle. Antimonchlorür anwenden. Nach einigen Stunden ist die Reduction geschehen, besonders wenn man etwas erwärmt. Man bringt das reducirte Gold auf ein Filter, wäscht es zuerst mit schwacher Salzsäure, dann mit Wasser und schmilzt es in einem irdenen Tiegel mit etwas Salpeter und Borax zusammen. Der Vorzug dieser Methode vor der zuerst angeführten besteht darin, dass das Antimonchlorür kein Silber, sondern nur Gold metallisch ausfällt, während durch Eisenvitriol beide Metalle niedergeschlagen werden. — Das nach der erstgedachten Methode gewonnene silberhaltige Gold dürfte dadurch von seinem Silbergehalte befreit werden können, dass man es im feinertheilten Zustande mit saurem schwefelsauren Kali oder Natron zusammenschmilzt<sup>2)</sup>. — Das vom Silber befreite Gold ist stets noch auf einen Gehalt an Platin zu prüfen. — Die charakteristischsten Eigenschaften des reinen Goldes sind folgende.

Die Farbe des regulinischen Goldes ist ein lebhaftes Gelb, welches, als dem Golde eigenthümlich, hiervon seinen Namen — Goldgelb — erhalten hat. In pulverförmiger Gestalt aus einer Flüssigkeit niedergeschlagen erscheint das Gold braun; höchst fein vertheilt, in einer Flüssigkeit suspendirte Goldpartikel lassen das Licht mit blauer Farbe durchfallen. Das Blattgold ist, wahrscheinlich nach dem Grade seiner Ausplattung, bald mit blauer, bald mit grüner Farbe durchsichtig. Die farbige Durchsichtigkeit des Goldes scheint erst einzutreten, wenn die Platte nur noch  $\frac{1}{2000}$  Linie dick ist<sup>3)</sup>. Das sich in Schmelzung befindende Gold erscheint von blaugrüner Farbe. Schon sehr geringe Beimengungen fremder Bestandtheile sind hinreichend, die Farbe des regulinischen Goldes merklich zu verändern. Silberhaltiges Gold ist blässer gefärbt, als reines. Kupferhaltiges Gold besitzt einen mehr oder weniger deutlichen Stich ins Bräunliche (Tombakfarbene).

Es besitzt einen rein metallischen Glanz, und ist in hohem Grade politurfähig.

<sup>1)</sup> Echo du monde savant, 1843, Nro. 29, und Dingl. polyt. Journ. Bd. XLI. S. 232.

<sup>2)</sup> Pettenkofer in Dingl. polyt. Journ. Bd. LIV. S. 118, und in berg- und hüttenm. Zeitung. Bd. VI. S. 710.

<sup>3)</sup> Ehrenberg in Pogg. Ann. Bd. XXIV. S. 40.

Auf einer Zerreißungsfläche zeigt sich das Gold von hakiger Beschaffenheit. Eine krystallinische Anordnung im Innern seiner Masse lässt sich nicht wahrnehmen.

Das natürlich vorkommende Gold wird geritzt durch Kalkspath, ritzt Steinsalz und Gyps; besitzt also den Härtegrad 2,5 der mineralogischen Härtescala. Das chemisch reine Gold ist noch etwas weicher, aber doch stets härter als Blei, welches von Steinsalz und Gyps geritzt wird, und dessen Härtegrad daher mineralogisch = 1,5 angenommen werden kann. Durch jede fremde metallische Beimengung wird die Härte des Goldes erhöht, ingleichen durch Hämmern und Ausziehen desselben.

Das Gold besitzt, im Verhältniss zu seiner geringen Härte, einen sehr hohen Grad von absoluter Festigkeit. Nach Muschenbroek's Versuchen zerreißt ein gegossener Goldstab, dessen quadratischer Querschnitt 1 Zoll preufs. Seite hat, bei einer Belastung von 21093 Pfd. Preufs.; ein solcher Stab aus gehämmertem feinstem Ducatengolde bestehend, bei 61759 Pfd. Preufs.; ein Goldrath von 1 Q.-Zoll Preuss. Querschnitt bei 67129 Pfd. Preufs. Die beiden ersten Resultate wurden durch Anwendung von Goldstäben erhalten, deren quadratische Querschnitte 0,17 und 0,10 Zoll Preufs. Seite hatten und das letztere bei Anwendung eines 0,10 Zoll Preufs. im Durchmesser haltenden Golddrahtes. Die Zerreißungs-Belastung für 1 Q.-Zoll Querschnitt ist durch Rechnung gefunden. Morveau fand dagegen die auf 1 Q.-Zoll bezogene absolute Festigkeit des Goldes nur = 31745 Pfd. Die neuesten Untersuchungen hierüber hat Karmarsch <sup>1)</sup> angestellt. Er bestimmte die auf 1 Q.-Zoll Hannöv. bezogene und in Hannöv. Pfunden ausgedrückte absolute Festigkeit des Goldes wie folgt. Feines geglühtes Gold = 21500; hartgezogenes feines Gold = 24400—40000; geglühtes 14karätiges Gold = 83000—96700; dasselbe hart gezogen = 112300—134800. Hiernach steht also das 14karätige Gold in seiner absoluten Festigkeit etwa dem Stabeisen gleich.

Das Gold besitzt unter allen Metallen die größte Geschmeidigkeit, sowohl bei gewöhnlicher als bei erhöhter Temperatur. Aus 1 Gran Gold lässt sich ein Draht von 500 Fufs Länge ziehen. Das Blattgold hat gewöhnlich eine Dicke von  $\frac{1}{160'000}$  bis  $\frac{1}{180'000}$  Zoll, soll sich aber bis  $\frac{1}{282'000}$  Zoll dick darstellen lassen. Réaumur zog einen vergoldeten Silberdraht so weit aus, dass das ihn umgebende Goldhäutchen nur noch die Dicke von  $\frac{1}{12'000'000}$  Zoll besafs; gleichwohl zeigte sich dieser Draht unter dem Vergrößerungsglase überall mit Gold bedeckt. Durch längere Zeit fortgesetztes Hämmern vermindert sich sowohl die Weichheit wie die Geschmeidigkeit des Goldes; durch Ausglühen desselben werden beide wieder vollkommen hergestellt. Jede Goldlegirung ist weniger geschmeidig als reines Gold. Höchst geringe Quantitäten von Blei, Wismuth, Antimon und Arsenik sind hinreichend, dem Golde einen bedeutenden Theil seiner Geschmeidigkeit zu rauben. Merkwürdigerweise ist das doch keinesweges ungeschmeidige Blei in dieser Hinsicht vom größten Einfluss. Nach Hattchett soll schon ein Blei- oder Wismuth-Gehalt von 0,05 Proc. die Geschmeidigkeit des Goldes zerstören. Geringeren Einfluss in dieser Beziehung als die genannten Metalle äußern: Zink, Kobalt, Mangan, Nickel, Zinn,

<sup>1)</sup> Mittheil. des Hannöv. Gewerbevereins Bd. I. S. 57. und Bd. II. S. 264.

Platin, Kupfer und Silber. In derselben Ordnung, in welcher diese Metalle aufgeführt sind, folgen sie hinsichtlich der Abnahme jenes Einflusses auf einander. Durch eine Beimischung von Silber wird die Geschmeidigkeit des Goldes am wenigsten beeinträchtigt; durch eine Beimischung von Kupfer schon etwas mehr. Das letztere Metall wird jedoch am häufigsten, ja fast ausschließlich zum Legiren mit Gold gewählt, einestheils weil es die Intensität der Goldfarbe weniger herabzieht als Silber und andernteils, weil die Kupferlegirung härter als die Silberlegirung, also weniger der Abnutzung unterworfen ist.

Das spezifische Gewicht des geschmolzenen Goldes wird gewöhnlich zu 19,2, das des gehämmerten zu 19,3—19,4 angegeben. G. Rose<sup>1)</sup> hat neuerlich durch genaue Versuche ermittelt, dass das spezifische Gewicht des geschmolzenen Goldes zwischen 19,27 und 19,31 liegt, und dass sich das spezifische Gewicht des Goldes durch Hämmern und Pressen bis zu 19,3336 steigern lässt.

In seinem Wärmestrahlungs-Vermögen steht das Gold etwa dem Silber, Kupfer und Zinn gleich. Setzt man das Wärmestrahlungs-Vermögen des Kienrusses = 100, so ist das dieser Metalle ungefähr = 12, das des Eisens = 15 und das des Quecksilbers und Bleies = 20. — Die spezifische Wärme des Goldes ist nach Dulong und Petit = 0,0298, nach Regnault = 0,03244. — Nach Despretz's Versuchen hat das Gold (= 1000) ein größeres Wärmeleitungs-Vermögen als Platin (981), Silber (973), Kupfer (898), Eisen (374), Zink (363), Zinn (303) und Blei (180). Das von Despretz zur Ausmittelung dieser Verhältnisse angewandte Verfahren dürfte jedoch keine große Genauigkeit zulassen. — Nach Lavoisier und Laplace zeigt das Gold bei seiner Erwärmung von 0° bis auf 100° C. eine lineare Ausdehnung von  $\frac{1}{682}$ , nach Ellicot von  $\frac{1}{713}$  seiner Länge bei 0°. Es dehnt sich also mehr aus, als Eisen und Platin, etwa eben so viel wie Wismuth, und weniger als Kupfer, Silber, Zinn, Blei und Zink. — Der Schmelzpunkt des Goldes wurde von Daniell = 1102° C. und bei einem anderen Versuche = 1163° C. gefunden. Bei dem ersten Versuche wurde er mittelst Platin, bei dem anderen mittelst Eisen gemessen. Guyton Morveau's Bestimmung = 1380° C. ist jedenfalls bedeutend zu hoch. Dass das Kupfer einen etwas höheren Schmelzpunkt besitzt als Gold, davon sind die meisten Probirer überzeugt, welche bei ihren Arbeiten in der Muffel und vor dem Löthrohre die Schmelzbarkeit dieser Metalle zu beobachten Gelegenheit haben. Plattner<sup>2)</sup> fand aber den Schmelzpunkt des Kupfers = 1173° C. Folglich dürfte Daniell's erste Bestimmung vom Schmelzpunkte des Goldes = 1102° C. die wahrscheinlichste seyn. Beim Uebergehen aus seinem geschmolzenen Zustande in den starren zieht sich das Gold mehr zusammen, als irgend ein anderes Metall. Aus diesem Grunde kann das reine Gold nicht zu Gusswaaren benutzt werden. — Die Flüchtigkeit des Goldes bei höherer Temperatur scheint zwar gering zu seyn, ist aber unter gewissen Umständen — namentlich wenn es in Verbindung mit flüchtigeren Substanzen erhitzt wird — doch wahrnehmbar. Nach Homberg wurde eine Silberplatte langsam vergoldet, als man sie über Gold hielt, welches durch einen Brennspiegel weit über seinen

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. Bd. LXXIII. S. 1.

<sup>2)</sup> Anwendung der erwärmten Gebläseluft, von Merbach, S. 306.

Schmelzpunkt erhitzt wurde. Auch durch das Knallglasgebläse kann Gold verflüchtigt werden.

Das Gold ist fast ein eben so guter Leiter der Electricität wie das Kupfer. Beide werden hierin nur vom Silber übertroffen. Versuche, die Leitungsfähigkeit des Goldes und anderer Metalle durch Zahlen auszudrücken, haben bis jetzt größtentheils zu wenig übereinstimmenden Resultaten geführt <sup>1)</sup>.

Von allen Metallen besitzt das Gold die schwächste Verwandtschaft zum Sauerstoff. In atmosphärischer Luft für sich erhitzt, scheint es keiner Oxydation fähig zu seyn. Starke elektrische Schläge können Golddrähte zu einem purpurfarbigen Pulver zerstäuben, und ein ähnlich gefärbter Beschlag bildet sich beim Schmelzen des Goldes vor dem Knallgasgebläse. Ob dieser Körper oxydirtes oder nur fein vertheiltes Gold ist, wurde bisher nicht mit Bestimmtheit nachgewiesen. Dass ein purpurfarbenedes Goldoxyd existirt, und solchenfalls wahrscheinlich von der Zusammensetzung  $\text{AuO}$ , hat allerdings manches für sich (s. Goldpurpur).

So geringe Verwandtschaft das Gold zum Sauerstoff besitzt, so große hat es zum Chlor. Goldblättchen in Chlorgas gebracht, werden sehr schnell in Chlorgold umgewandelt. Flüssigkeiten, welche freies Chlor enthalten, sind daher die besten und — außer Solutionen von Brom — die einzigen Auflösungsmittel für das metallische Gold. Am leichtesten löst sich dasselbe in reinem Königswasser oder ähnlichen Gemischen, so z. B. in einem Gemisch von Salpetersäure und Salmiak oder Kochsalz, von Salzsäure und einem salpetersauren Salze oder Chromsäure u. s. w. Aber auch von wässerigem Chlor wird es, besonders in fein zertheiltem Zustande, schon bei gewöhnlicher Temperatur aufgenommen.

Th. S.

**Gold, Bestimmung.** Das Gold wird bei seiner quantitativen Bestimmung stets im metallischen Zustande gewogen. Man kann es auf verschiedene Weise aus seinen Lösungen reduciren. Am gewöhnlichsten pflegt man es als braunes metallisches Pulver durch Eisenvitriol niederzuschlagen. Die Lösung muss durch Salzsäure oder Schwefelsäure angesäuert werden, damit sich kein basisches Eisenoxysalz absetzen kann. Salpetersäure darf die Lösung nicht enthalten, man muss sie daher entweder mit überschüssiger Salzsäure versetzt abdampfen, oder so viel Eisenvitriol zusetzen, dass hierdurch beim Erwärmen alle Salpetersäure zersetzt wird. Die Behauptung von Elsner <sup>2)</sup>, dass in der nach der Fällung des Goldes durch überschüssigen Eisenvitriol zurückbleibenden Flüssigkeit durch Schwefelwasserstoff oder Zinnesquichlorür noch ein geringer Goldgehalt nachgewiesen werden könne, trifft bei Beobachtung der angegebenen Vorsichtsmaafsregeln nicht zu.

Auch durch salpetersaures Quecksilberoxydul kann man das Gold zu Oxydul reduciren und niederschlagen, die Lösung darf aber nicht zu viel Salpetersäure enthalten und der Niederschlag muss zur Vertreibung alles etwa darin enthaltenen Quecksilbers sehr heftig geglüht werden. In den meisten Fällen lässt sich Oxalsäure mit dem besten Erfolge zur Reduction des Goldes anwenden, weil sie die Bestimmung der übrigen

<sup>1)</sup> s. Dove's Repert. d. Physik. Bd. I. S. 323.

<sup>2)</sup> Berliner Gewerbebl. Bd. XV. S. 132.

in der Flüssigkeit enthaltenen Stoffe nicht sehr erschwert. Aber auch bei dieser Methode darf nicht zu viel freie Salpetersäure vorhanden seyn, dagegen muss man die Flüssigkeit stark mit Salzsäure übersättigen, damit sich nicht etwa darin enthaltene andere Metalloxyde als unlösliche oxal-saure Salze niederschlagen.

Von den Alkalien und Erden, sowie von Zink, Eisen, Kobalt, Nickel, Mangan, Uran, Titan und Chrom, kann das Gold auf die erwähnten Weisen oder durch Schwefelwasserstoff, welches man in die kalte Lösung leitet, vollständig getrennt werden, da diese Körper in stark sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff nicht, das Gold aber vollständig gefällt wird.

Auch bei Gegenwart von Kupfer, Wismuth, Cadmium und geringen Mengen von Blei lassen sich die früher erwähnten Methoden, mit Ausnahme des Schwefelwasserstoffs in sauren Lösungen anwenden.

Als Schwefelmetalle kann man diese Substanzen von dem Golde trennen, wenn man die Flüssigkeit concentrirt, mit Ammoniak und Schwefelammonium stark übersättigt, bis zur vollständigen Lösung des Schwefelgoldes bedeckt stehen lässt und abfiltrirt. Die Lösung wird dann mit verdünnter Salzsäure übersättigt, und dadurch alles Gold als Schwefelgold gefällt. Silber kann natürlich in einer salzsauren verdünnten Lösung nicht vorhanden seyn. S. übrigens Goldscheidung. Von Quecksilber, sowie von Schwefel, Selen und Phosphor, lässt sich das Gold durch Glühen befreien. Von Platin und Iridium trennt man es entweder durch Versetzen der Lösung mit Alkohol und Chlorkalium oder Ammonium und Abfiltriren der entstehenden Platindoppelverbindungen oder durch Fällen des Goldes mittelst Eisenchlorür, welches das Platin nicht reducirt.

Von Zinn, Antimon, Arsen und Tellur lässt sich das Gold wohl am besten trennen, wenn man über die in einer Röhre erhitzten Verbindungen Chlor leitet, welches flüchtige Chlormetalle bildet und das Gold je nach der angewandten Temperatur mit mehr oder weniger Chlor verbunden zurücklässt, oder durch Abtreiben auf der Kapelle. V.

**Gold, Gewinnung.** Man gewinnt das Gold im Großen hauptsächlich auf folgende verschiedene Arten: 1) durch Auswaschen des Goldes aus dem Goldsande, 2) durch Extraction mittelst Quecksilber aus dem Goldsande, 3) durch Verschmelzung goldhaltiger Erze. — Das Auswaschen des Goldes aus dem Goldsande, wie es am Ural und in vielen anderen Gegenden ausgeführt wird, ist ein rein mechanischer Process, dessen nähere Betrachtung daher hier übergangen werden kann. — Die Extraction des Goldes mittelst Quecksilber aus dem Goldsande geschieht in sogenannten Gold- oder Quick-Mühlen. In diesen Mühlen (deren Construction man in Scheerer's Metallurgie Bd. 1. S. 123 und 124 angegeben findet) wird der durch einen Wasserstrom aufgeschwemmt erhaltene und bewegte goldhaltige Sand in möglichst vielfache Berührung mit Quecksilber gebracht, welches die Goldpartikel desselben in sich aufnimmt. Das auf solche Weise erhaltene goldhaltige Quecksilber wird in doppelte Zwillichbeutel gefüllt, durch die das Quecksilber abläuft, während ein quecksilberhaltiges Amalgam — dessen Quecksilbergehalt durch Auspressen vermindert werden kann — im Beutel zurückbleibt. Durch Ausglühen dieses Amalgams erhält man das Gold in mehr oder weniger verunreinigtem

Zustande. — Die Verschmelzung goldhaltiger Erze zur Goldgewinnung wird im Allgemeinen auf ganz analoge Weise ausgeführt, wie die Verschmelzung silberhaltiger Erze zur Silbergewinnung (s. Silber, Gewinnung). Sind die Golderze nicht zugleich silberhaltig, so erhält man nach dem Abtreiben des goldhaltigen Bleies reines Gold; führen sie dagegen auch Silber bei sich, so besteht das Product des Abtreibe-Processes in einem silberhaltigen Gold oder goldhaltigen Silber. Letzteres ist, da die meisten derartigen Erze, gewöhnlich bedeutend mehr Silber als Gold enthalten, am häufigsten der Fall. Bei fast jeder Verschmelzung goldhaltiger Erze kommt es daher zuletzt darauf an, das Gold aus einer Silber-Gold-Legirung abzuschcheiden. Dies bewerkstelligt man durch die sogenannte Goldscheidung (s. d.) und zwar vorzugsweise durch die Goldscheidung mittelst Schwefelsäure.

Th. S.

**Goldbromid.** *Bromidum auricum*,  $Au_2Br_3$  bildet sich bei der Einwirkung von wässrigem Brom auf Gold. Am besten erhält man es durch Auflösen von Gold in einem Gemisch von Bromwasserstoffsäure und Salpetersäure und Verdampfen der Lösung, wo eine dunkelrothe Salzmasse zurückbleibt, die durch höhere Temperatur in metallisches Gold und Bromdampf zerlegt wird. Mischt man eine Goldchloridlösung mit Bromwasserstoffsäure, so färbt sich die Lösung dunkelroth, indem sich Goldbromid bildet, von dem man die Salzsäure abdestilliren kann. Hierin sieht Wilson einen Beweis, dass die Lösung Goldbromid und nicht bromwasserstoffsäures Goldoxyd enthalte, weil man sonst annehmen müsse, die stärkere Salzsäure werde durch die Bromwasserstoffsäure verdrängt. Die Verwandtschaft des Chlors zum Wasserstoff ist aber größer als die des Broms, deshalb eignet sich ersteres denselben an, während letzteres an das Gold tritt<sup>1)</sup>. Schüttelt man die Bromgold- und Salzsäurehaltige Lösung mit Aether, so nimmt dieser ersteres auf. Das Goldbromid ist in Wasser leicht löslich, 1 Thl. färbt 5000 Thle Wasser noch deutlich roth. Es hat in allen seinen Eigenschaften die größte Aehnlichkeit mit dem Goldchlorid und bildet wie dieses mit anderen Bromüren entsprechende Verbindungen, in denen der Bromgehalt des Goldbromids 3mal so groß ist, als der der Bromüre. Sie sind von Bondorff<sup>2)</sup> untersucht worden. Die meisten sind dunkelroth und wasserhaltig. Das Kaliumdoppelsalz verwittert an der Luft, wird fleischroth, löst sich auch in diesem Zustande in absolutem Alkohol und krystallisirt daraus in wasserfreien rothen 6seitigen Prismen. V.

**Goldchlorid.** *Chloridum auricum*,  $Au_2Cl_3$ . Es bildet sich leicht, sowohl bei der Einwirkung von Chlorgas, wie von wässrigem Chlor auf Gold; ganz frei von überschüssiger Säure erhält man es, wenn man Goldchlorür mit Wasser kocht, wobei jenes sich sehr schnell in metallisches Gold und Goldchlorid zerlegt. Die Lösung ist in concentrirtem Zustande braunroth, in verdünntem rothgelb, röthet Lakmus und liefert beim Verdampfen dunkelrothe Krystalle. Am gewöhnlichsten stellt man diese Verbindung dar durch Auflösen von Gold in einem Gemisch von Salz- und Salpetersäure. Hat man einen hinreichenden Ueberschuss von Salzsäure angewandt, um nicht allein alle Salpetersäure zu zersetzen, son-

<sup>1)</sup> Berzelius' Jahresb. XX. 108.<sup>2)</sup> Pogg. Ann. XVII. 261 und XXXIII. 64.

dern dass auch noch freie Salzsäure in der Flüssigkeit bleibt, so erhält man durch Concentriren und Abkühlen der Lösung leicht lange hellgelbe Nadeln von saurem Goldchlorid, die an trockner Luft sich nicht verändern, an feuchter aber leicht zerfließen. Erwärmt man dieses Salz selbst nur im Wasserbade, so schmilzt es, verliert leicht den größten Theil der überschüssigen Säure und wird dunkel braunroth, worauf es beim Erkalten zu einer rubinrothen, blättrig krystallinischen Masse erstarrt, die aber stets noch etwas freie Säure enthält; sucht man diese durch stärkeres Erwärmen vollständig zu verflüchtigen, so fängt gleichzeitig Chlor zu entweichen an und es bildet sich Chlorür, indem die Zersetzung des Chlorids schon bei einer kaum etwas höheren Temperatur beginnt, als zur Verflüchtigung der letzten Antheile von Säure erforderlich ist.

Bei stärkerem Erhitzen, etwa bis zum Schmelzpunkt des Zinns, entweichen 2 Aeq. Chlor und es entsteht gelbweißes Chlorür, bei noch wenig gesteigerter Temperatur zerlegt sich, unter Verflüchtigung des letzten Antheiles Chlor, auch diese Verbindung und reines Gold in Form einer bräunlich gelben schwammigen Masse bleibt zurück. Die vollkommen neutrale Lösung setzt nach langer Zeit selbst im Schatten, schneller aber in der Sonne, auch in verschlossenen Gefäßen metallisches Gold an die dem Licht zugekehrten Seiten des Glases ab, bisweilen auch zarte Goldflitterchen. Die etwas saure Lösung hält sich unverändert.

Das Goldchlorid wird aus seiner wässerigen Lösung durch verschiedene Körper leicht reducirt; schon wenn man reines Wasserstoffgas längere Zeit hindurchleitet, färbt sie sich dunkelroth und beim Erwärmen fällt metallisches Gold zu Boden; dies ist jedoch nur bei der neutralen Lösung der Fall, die saure wird nicht verändert. Phosphor überzieht sich darin mit einer Haut von Gold, Schwefel und Selen wirken nur auf die erhitzten Lösungen reducirend ein. Die meisten Metalle, selbst Quecksilber, Silber und Palladium reduciren das Goldchlorid; auch durch Platin wird das Gold aus der neutralen Lösung gefällt, selbst wenn jenes zuvor mit Salzsäure, Salpetersäure oder Königswasser erhitzt ist; hat man es aber in conc. Schwefelsäure gekocht, so findet die Reduction nicht statt, ebensowenig, wenn eine saure Goldchloridlösung angewandt wird. Zinn fällt zwar zuerst einen Theil des Goldes metallisch, später aber den Rest als Goldpurpur; Chrom, Molybdän, Titan fallen kein Gold. Phosphorwasserstoff, Arsenwasserstoff und Antimonwasserstoff schlagen das Gold im metallischen Zustande nieder unter Bildung von Phosphorsäure und arseniger Säure.

Antimonchlorid schlägt aus sehr verdünnter Goldchloridlösung das Gold als schön goldfarbiges Pulver, bei einiger Concentration in dendritischer Form nieder. Die Lösung muss viel überschüssige Salzsäure enthalten und frei von jeder Spur Salpetersäure seyn, damit das sich bildende Antimonsuperchlorid gelöst bleibe. Zinnchlorür fällt aus Goldchloridlösungen braune gold-, zinn- und sauerstoffhaltige Niederschläge, Zinnesquichlorid fällt Goldpurpur (s. d.). 1 Thl. Gold in 40000 Thln. Flüssigkeit gelöst, wird hierdurch noch als weinrothe Färbung angezeigt und ist selbst bei 600000facher Verdünnung noch sichtbar.

Eisenoxydulsalze fallen aus den Goldchloridlösungen das Gold als braunes Pulver und zwar um so dunkler von Farbe und feiner zertheilt, je verdünnter und kälter beide Lösungen sind. Gießt man die Eisenvitriollösung in die Goldlösung, so bildet sich fast stets eine metallisch glänzende

Haut von Gold auf der Oberfläche, bei der umgekehrten Vermengung pflegt dies nicht der Fall zu seyn. Die Flüssigkeit muss mit Salz- oder Schwefelsäure hinreichend angesäuert werden, damit nicht basisches Eisenoxydsalz sich dem Niederschlage beimengt. Soll er möglichst fein vertheilt bleiben, wie dies z. B. bei seiner Anwendung als Malergold für Porcellanmaler wünschenswerth ist, so darfer nicht bei erhöhter Temperatur getrocknet werden, und jede der Lösungen muss mindestens 100mal so viel wiegen, als das aufgelöste Gold. Man vermischt diesen Niederschlag mit  $\frac{1}{20}$  Thl. basisch salpetersaurem Wismuthoxyd als Fluss und erzeugt sich ein größeres Volumen (was ein gleichmäßigeres Auftragen mit dem Pinsel erleichtert) dadurch, dass man noch eine dem Gold gleiche Gewichtsmenge Quecksilberoxyd hinzufügt, welche bei dem Einbrennen verdampft. Wenn man  $\frac{1}{3}$  mehr Eisenoxydsalz zur Fällung anwendet, als zur Reduction des Goldes erforderlich ist, die Flüssigkeiten stark mit Schwefelsäure ansäuert und keine organischen Substanzen in dem Wasser vorhanden sind, so wird alles Gold gefällt, wenigstens erzeugt nachher zugefügtes Schwefelwasserstoffwasser keine Trübung mehr.

Kupferchlorür in Salzsäure gelöst, fällt das Gold ebenfalls vollständig aus, salpetersaures Quecksilberoxydul erzeugt einen braunen flockigen Niederschlag, der beim Erwärmen als sehr fein zertheiltes blauschwarzes Goldpulver sich absetzt. Für die Porzellanmalerei pflegte man sonst wohl das Gold in feiner Vertheilung auf die Weise darzustellen, dass man nach bestimmten Verhältnissen die sehr sauren concentrirten Lösungen von salpetersaurem Quecksilberoxydul und Goldchlorid bei 100° mit einander mengte. Dieses Verfahren ist aber der Gesundheit leicht sehr nachtheilig, bei der heftigen Einwirkung der Lösungen ist ein Verspritzen und Ueberschäumen nur durch Vorsicht zu vermeiden, und außerdem bleibt leicht etwas Gold gelöst, wenn nicht alle Verhältnisse vollkommen richtig getroffen sind. Das Präparat ist nicht vorzüglicher, als bei der oben erwähnten Fällung durch Eisenvitriol. — Salpetersaures Silberoxyd fällt ein Gemenge von Chlorsilber und metallischem Gold, während die Salpetersäure in der Flüssigkeit bleibt.

Schwefelwasserstoff fällt aus den sauren Goldlösungen dunkelbraune Flocken von Goldsulfid ( $Au_2S_3$ ), die Fällung ist bei 30000 Verdünnung noch als bräunliche Färbung wahrnehmbar, erst bei 80000facher Verdünnung kaum mehr sichtbar. Der Niederschlag zieht sich beim Trocknen in der Wärme stark zusammen und wird schwarz. Unterschweifigsaures Natron, in überschüssige Goldchloridlösung gegossen, fällt Schwefelgold; Jodkalium Goldjodür und Jod.

Concentrirte Schwefel-, Phosphor- und Arsen-Säure schlagen aus neutralen conc. Goldchloridlösungen in der Kälte Goldchlorid nieder, beim Erhitzen bis zu 150° entweicht Chlor und es entsteht ein Gemenge von Chlorür und metallischem Gold.

Die Alkalien, alkalischen Erden, sowie Bittererde und Zinkoxyd in unzureichender Menge zu neutralen Chloridlösungen hinzugefügt, verdunkeln zuerst nur die Färbung der Lösung, nach einigen Stunden aber bildet sich ein rothgelber Niederschlag von Goldoxydhydrat, das aber stets goldchlorid- und goldoxydalkalihaltig ist. In der überstehenden Flüssigkeit sind außer dem unzersetzten Goldchlorid die Doppelverbindungen der basischeren Chlormetalle mit dem Goldchlorid enthalten. Im Ueberschuss angewandt, fallen sie in der Kälte langsam, in der Hitze sogleich einen Theil des neutralen Goldchlorids als Goldoxyd, die Bittererde und

das Zinkoxyd Goldoxydhydrat. Die Niederschläge lassen sich durch Auswaschen nicht vollständig von den Fällungsmitteln befreien; auch bleibt ein Theil des Goldchlorids als Doppelverbindung gelöst. Wenn die Chloridlösung sehr salzsäurehaltig ist, so dass sich viel Chlormetall bildet, so kann selbst alles Gold als Doppelverbindung gelöst bleiben. Einfach und doppelkohlensaures Natron fällen das Goldchlorid in der Kälte nicht, sättigt man aber genau mit kohlensaurem Salz und kocht, so fällt der größte Theil des Goldoxyds nieder; den Rest kann man dadurch niederschlagen, dass man mit etwas kohlensaurem Natron übersättigt und in der Hitze mit Schwefelsäure neutralisirt. Ammoniak, kaustisches wie kohlensaures, fällt aus Goldchloridlösung Knallgold, es bleibt dabei um so mehr Gold in Auflösung, je mehr Ammoniak angewandt und je größer die Menge des gebildeten Salmiaks ist. — Phosphorsaures Natron, Ferrocyan- und Ferridecyanalium fällen die Goldlösungen nicht.

Viele organische Stoffe reduciren das Goldchlorid zum Theil zu metallischem Gold, zum Theil verbinden sie sich mit dem Oxyd zu rothen Verbindungen. — Oxalsäure schlägt im Dunkeln langsam, schneller im Licht, und in der Wärme alles Gold aus der Goldchloridlösung unter Kohlensäurebildung nieder. Viele andere organischen Säuren und Stoffe bilden damit in der Kälte unlösliche rothe Verbindungen, reduciren es aber in der Wärme zu Metall. Die dabei entstehenden Producte sind nicht näher gekannt. Leinwand, Wolle, Seide, Epidermis, Horn färben sich damit im Lichte purpurroth, die entstandenen Verbindungen sind in Cyankalium löslich; man kann daher auf der Haut oder auf Leinwand mit Goldchlorid erzeugte Flecke durch Cyankaliumlösung hinwegnehmen. Bei Zusatz von Kalilauge fällen fast alle organischen Substanzen das Gold als schwarzes Metallpulver vollständig, auch Wärme beschleunigt diese Reaction. Man hat deshalb die Anwendung von Goldchloridlösung vorgeschlagen, um zu erkennen, ob ein Wasser organische Bestandtheile enthalte oder nicht<sup>1)</sup>. (Dupasquier.)

Aether löst in der Kälte ganz neutrales Goldchlorid ohne Veränderung auf, bei 100° oder im Sonnenlicht reducirt sich die Lösung. Wird sie auf gut polirtem Stahl oder Eisen aufgetragen, so verfliegt der Aether und es entsteht eine dünne aber schön aussehende glänzende Vergoldung.

**Goldchlorid-Doppelsalze.** Das Goldchlorid bildet mit den Chlorüren der meisten Metalle Doppelsalze, in denen sich sein Chlorgehalt zu dem der letzteren wie 3:1 verhält. Man stellt sie am besten dar durch Verdunsten der gemischten Lösungen. Im krystallisirten Zustande sind sie meist orangegelb und wasserhaltig, durch Verwittern werden sie blassgelb, im wasserfreien Zustande aber erscheinen sie meist intensiv roth.

**Goldchlorid-Chlorammonium,**  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Au}_2\text{Cl}_3 + 2\text{aq.}$ , ist ein in goldgelben durchsichtigen Nadeln krystallisirendes Salz, was an der Luft leicht verwittert, beim raschen Erwärmen zu einer rothen Flüssigkeit schmilzt, und dabei Chlor und Salmiak zuletzt vollständig verliert. Bei vorsichtigem Erhitzen kann man das Schmelzen vermeiden und das Gold von der Form der Krystalle zurückbehalten. Wird dieses Salz in heißer Salpetersäure gelöst, so erhält man beim Abkühlen gelbe Krystalle, den

<sup>1)</sup> Journ. d. Chim. et d. Pharm. 3. Ser. XIII. S. 164. — Pharm. Centralbl. 1848. S. 314 und 1847. S. 447.

vorher beschriebenen ähnlich, beim weiteren Verdampfen erstarrt die Flüssigkeit zu einer dunkelrothen Krystallmasse. Löst man diese in absolutem Alkohol, so bleibt etwas metallisches Gold und Salmiak zurück und aus der dunkelrothen Lösung erhält man rothgelbe Krystalle, die bei  $100^{\circ}$  tief dunkelroth werden, bei noch etwas höherer Temperatur schmelzen. Die erstarrte Masse zeigt sich unter dem Mikroskope aus Würfeln bestehend; Ammoniak giebt damit einen hellbraunen Niederschlag (Johnston).

Goldchlorid - Chlorbaryum. Die Verbindungen des Chlorbaryums, Chlorstrontiums, Chlormagnesiums, Chlorcalciums, Chlorzinks, Chlorcadmiums, Chlorkobalts und Chlornickels mit dem Goldchlorid sind sämmtlich gelbe prismatische Krystalle, alle wasserhaltig, an feuchter Luft meist leicht zerfließlich. Das Calciumsalz enthält sechs, das Magnesiumsalz zwölf Aequivalente Krystallwasser; Eisenchlorür reducirt, wie bekannt, das Goldchlorid zu Metall, wenn es damit gemengt wird.

Goldchlorid - Chlorkalium.  $KCl + Au_2Cl_3 + 5 aq.$  Die Krystalle dieses Salzes verwittern leicht und verlieren bei  $100^{\circ}$  alles Krystallwasser. Bei etwas erhöhter Temperatur schmilzt es, giebt dabei Chlor aus und verwandelt sich in Chlorür-Chlorkalium; dieses ist geschmolzen, fast schwarz, an dem Rande erscheint es braun und durchsichtig, erkaltet ist es gelb, Wasser zerlegt es in Goldchlorid-Chlorkalium und metallisches Gold. Das Goldchlorid-Chlorkalium ist in Wasser und Alkohol sehr löslich und wird durch das Licht nicht zersetzt.

Goldchlorid - Chlornatrium,  $NaCl + Au_2Cl_3 + 4 aq.$  verändert sich an der Luft nicht und schmilzt leicht in seinem Krystallwasser. Das Lithiumsalz ist sehr zerfließlich. V.

Goldchlorür, *Choretum aurosum*,  $Au_2Cl$  wird erhalten, wenn die Lösung des Chlorids zur Trockne verdampft und auf dem Sandbad längere Zeit unter Umrühren einer Temperatur von  $180^{\circ}$ — $200^{\circ}$  ausgesetzt wird, bis sich kein Chlor mehr entwickelt. Bei höherer Temperatur bleibt nur reines Gold zurück. Das Chlorür ist eine gelblichweiße Salzmasse, die durch kaltes Wasser allmählig, durch heißes sogleich in Chlorid und metallisches Gold zerlegt wird. Mit Kalilauge übergossen, bildet sich Goldoxydul und Chlorkalium. V.

Goldchlorür-Doppelsalze. Wenn man zu einer Goldchloridlösung die Lösung eines unterschwefligsauren Salzes in kleinen Portionen hinzusetzt (nicht umgekehrt, weil sich sonst Goldsulfid niederschlägt), so verliert das Chlorid die Hälfte seines Chlors. Es bildet sich Schwefelsäure und Chlormetall, was sich mit dem Goldchlorür zu leicht löslichen Doppelverbindungen vereinigt. Genauer gekannt ist nur das von Meillet dargestellte

Goldchlorür-Natriumchlorür. Nach der von ihm angestellten Analyse enthält es 2 Aeq. Kochsalz auf 1 Aeq. Gold, aber der Chlorgehalt wurde keiner der bekannten Chlorgoldverbindungen entsprechend gefunden. Man stellt es dar dadurch, dass man zu Goldchlorid so lange unterschwefligsaure Natronlösung setzt, bis die gelbe Farbe verschwunden ist, dann bis zur Krystallisation verdunstet, wo zuerst schwefelsaures und unterschwefligsaures Natron auskrystallisiren; zuletzt bilden sich kleine farblose Nadeln, die man durch Uebergießen mit absolutem Alkohol auf-

löst und daraus durch freiwilliges Verdunsten wieder anschießen lässt. Sie sind in Wasser leicht löslich; das Gold wird daraus durch Eisen-, Zinn- und Quecksilberoxydsalze nicht gefällt, Schwefelwasserstoff schlägt aber daraus Goldsulfuret nieder. V.

**Goldcyanid**, *Cyanidum auricum*,  $Au_2Cy_3$ . Die Goldcyanverbindungen wurden von Ittner entdeckt, von Himly<sup>1)</sup> genauer untersucht. Das Goldcyanid kann erhalten werden, wenn man Goldcyanid-Cyankalium mit stärkeren Säuren versetzt, am besten, wenn man durch Zusatz von Kieselfluorwasserstoffsäure das Kali fällt, die Flüssigkeit von dem gallertartigen Niederschlage abgießt und unter der Glocke der Luftpumpe neben Kalk und Schwefelsäure verdunstet. Noch leichter lässt es sich dadurch erhalten, dass man Goldcyanid-Cyankalium, in Wasser gelöst, so lange mit salpetersaurer Silberoxydlösung versetzt, als ein käsiger Niederschlag entsteht, der eine Doppelverbindung von Goldcyanid mit Cyansilber ist. Die Flüssigkeit enthält außer dem gebildeten salpetersauren Kali nur noch das überschüssig zugesetzte salpetersaure Silberoxyd. Man wäscht den in Wasser unlöslichen Niederschlag vollkommen aus, rührt ihn mit Wasser an, setzt eine zur Zersetzung nicht ganz hinreichende Menge Salzsäure hinzu und lässt unter öfterem Umrühren längere Zeit stehen. Zur Beschleunigung des Processes darf man nur sehr gelinde Wärme anwenden, weil sonst die Salzsäure leicht die Bildung von Goldcyanür unter Blausäureentwicklung veranlasst, was sich sogleich durch eine gelbliche Färbung zu erkennen giebt. Beim Verdampfen der abfiltrirten Flüssigkeit neben Schwefelsäure und Aetzkalk erhält man eine undeutlich krystallisirte Masse, welche meistens etwas Cyanür enthält, und dadurch gelblich gefärbt ist. Durch Auflösen in der geringsten Menge Wasser oder Alkohol und Verdunsten im leeren Raume erhält man schöne blättrige oder tafelförmige Krystalle, die aus der Luft keine Feuchtigkeit anziehen. Auch in Alkohol und Aether sind sie leicht löslich. Beim Abdampfen in der Wärme bildet sich stets etwas Cyanür. Das Cyanid enthält nach Himly 6 Aeq. Krystallwasser und schmilzt darin schon bei 50°; bei etwas höherer Temperatur entweicht mit dem Wasser Blausäure, erst bei höherer Hitze entweicht Cyan und es bleibt Kohlen- gold, vielleicht Paracyangold zurück, welches an der Luft leicht ausgebrannt werden kann. Himly hat nur den Goldgehalt bestimmt, es wäre daher auch der Bereitungsweise gemäß leicht möglich, dass die Krystalle blausaures Goldcyanid ( $Au_2Cy_3 + HCy + 3aq.$ ) wären; diese Formel giebt nämlich den gleichen Goldgehalt, wie das Cyanid mit 6 Aeq. Krystallwasser ( $Au_2Cy_3 + 6aq.$ ). Das Entweichen von Blausäure zu Anfang des Erwärmens scheint diese Vermuthung zu unterstützen (Gmelin). Durch Oxalsäure wird selbst bei anhaltendem Kochen das Goldcyanid nicht reducirt. Eisenvitriol erzeugt, besonders beim Kochen einen gelben Niederschlag. Quecksilberchlorid bewirkt keine Fällung. Salpetersaures Quecksilberoxydul, sowie Quecksilberoxyd veranlassen die Bildung von Goldcyanür und Quecksilbercyanid. V.

**Goldcyanid-Doppelsalze.** Das Goldcyanid bildet mit den Cyanüren der electropositiveren Metalle Doppelverbindungen.

Goldcyanid-Ammoniumcyanür,  $NH_4Cy + Au_2Cy_3 + 2aq.$ ,

<sup>1)</sup> Ann. d. Chemie u. Pharm. XLII. 337.

erhält man durch gelindes Erwärmen von Goldoxydhydrat mit einer Auflösung von Cyanammonium, welche durch Destillation der gemischten Lösungen von Ferrocyankalium mit Salmiak dargestellt wird. Das Goldoxydhydrat löst sich rasch auf; verdunstet man nach vollständiger Sättigung die farblose klare Lösung im Wasserbade zur Trockne, so entweicht eine große Menge Ammoniak und eine Haut eines rostfarbenen Körpers scheidet sich ab. Dieser in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Säuren unlösliche Körper ist wahrscheinlich Goldoxydammoniak und verpufft schwach beim Erhitzen. Man zieht den Salzurückstand mit Wasser aus und erhält bei dessen freiwilliger Verdunstung schöne 4- und 6seitige farblose durchsichtige Tafeln von Goldecyanid-Ammoniumcyanür, welche 2 Aeq. Wasser enthalten, was bei  $100^{\circ}$  unter Milchweißwerden derselben weggeht. In stärkerer Hitze erzeugen sich die Producte der trockenen Destillation von Cyanammonium.

Goldecyanid-Kaliumcyanür,  $KCy + Au_2Cy_3$ , wird am leichtesten erhalten, wenn 35 Thle. Gold in möglichst neutrales Chlorid verwandelt, in wenig Wasser gelöst und nach und nach zu einer erhitzten concentrirten Lösung von 46 Thln. reinen Cyankaliums gegossen werden. Die gelbe Farbe des Chlorids verschwindet augenblicklich und beim Erkalten schießt das Cyanid in schönen farblosen tafelförmigen Krystallen an, die man durch Umkrystallisiren völlig rein erhält. Die Krystalle werden durch Verlust von Wasser an der Luft bald milchweiß, im leeren Raume über Schwefelsäure oder bei  $100^{\circ}$  (Rammelsberg<sup>1)</sup> verlieren sie alles Krystallwasser. Bei abgeschlossener Luft erhitzt, giebt das Salz Cyan ab und es bildet sich Goldecyanür-Kalium, was leicht daran zu erkennen ist, dass Säuren aus seiner Lösung unter Blausäureentwicklung Goldecyanür niederschlagen. Salpetersaures Quecksilberoxydul erzeugt besonders beim Kochen einen gelblichen Niederschlag. Salpetersaures Silberoxyd fällt das Gold vollständig, indem sich Goldecyanid-Cyansilber niederschlägt, was nicht in verdünnter Salpetersäure, aber in Ammoniak löslich ist. Das Salz enthält nach zwei Bestimmungen von Himly  $1\frac{1}{2}$  Aeq. Krystallwasser.

Goldecyanid-Silbercyanür,  $AgCy + Au_2Cy_3$ , entsteht bei der Fällung von Goldecyanidkalium durch salpetersaure Silberoxydlösung. Es ist ein käsiger, gelblicher, in Wasser vollkommen unlöslicher, an dem Lichte dunkler werdender Niederschlag, der sich auch nicht in Salpetersäure, wohl aber in Ammoniak löst.

Goldecyanür, *Cyanuretum Aurosum*,  $Au_2Cy$ . Die neutrale Goldchloridlösung wird durch Cyankalium nicht gefällt, gleichgültig, welches Salz man im Ueberschuss anwendet, indem lösliches Goldecyanürkalium gebildet wird (Rammelsberg). Ist aber die Lösung nicht ganz neutral, oder setzt man etwas Salzsäure hinzu, so entsteht bei dem ersten Zusatz von Cyankalium ein gelber krystallinischer Niederschlag von Goldecyanür. Es ist löslich in einem Ueberschuss von Cyankalium.

Man stellt es dar durch Vermischen von Goldecyanürkaliumlösung mit Salz- oder Salpetersäure und Verdampfen zur Trockne im Wasserbad, wobei gleich anfangs das meiste Gold als gelbes krystallinisches, aus dünnen Blättchen bestehendes Goldecyanür ausgefällt wird. Aus dem Rückstand zieht man durch Wasser das Chlorkalium aus und trocknet das zurückgebliebene Salz, was feucht durch Sonnenlicht sich dunkler

<sup>1)</sup> Pogg. Ann. XLII. S. 134.

färbt, trocken aber dagegen unempfindlich ist (Himly). Man erhält es auch durch Versetzen von Goldchlorid mit Quecksilbercyanid, Verdampfen der Lösungen zur Trockne und Ausziehen des Rückstandes mit Alkohol (Desfosses). Es ist geruch- und geschmacklos, luftbeständig, unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, unangreifbar durch die einfachen Säuren; Kalilauge zersetzt es in der Kälte nicht, beim Sieden reducirt sich Gold und Goldeyanürkalium wird gebildet. Schwefelwasserstoff wirkt nicht darauf, Schwefelammonium löst es allmähig auf und Säuren fallen daraus Schwefelgold. Schon bei schwacher Glühhitze zerlegt es sich in Gold und Cyangas. V.

**Goldeyanür-Ammoniak.** Nach Curty löst sich das Goldeyanür in warmem kaustischem Ammoniak leicht und setzt sich beim Erkalten in grauen schimmernden Schuppen daraus ab. Schon bei geringer Temperaturerhöhung entweicht daraus das Ammoniak, auch kann es durch Salzsäure ausgezogen werden.

**Goldeyanür-Doppelsalze.** Das Goldeyanür verbindet sich leicht mit anderen Cyanüren zu Doppel- und Tripelverbindungen.

**Goldeyanür-Ammoniumcyanür,**  $\text{NH}_4\text{Cy} + \text{Au}_2\text{Cy}_3$ , wird durch Versetzen einer concentrirten Goldeyanürkalium-Lösung mit schwefelsaurem Ammoniak, Fällung der schwefelsauren Salze durch Alkohol und freiwilliges Verdunsten der alkoholischen Lösung als eine aus Krystallnadeln bestehende Kruste erhalten. Es ist in Wasser und Alkohol leicht löslich, enthält kein Wasser und zerlegt sich bei einer Temperatur von  $200 - 250^\circ$  unter Beibehaltung der Krystallform in entweichendes Cyanammonium und zurückbleibendes Cyangold.

**Goldeyanür-Kaliumcyanür,**  $\text{KCy} + \text{Au}_2\text{Cy}_3$ . Man erhält es am besten nach Himly durch Auflösen von 7 Thln. Gold in Königswasser und Niederschlagen desselben durch einen Ueberschuss von Ammoniak. Das entstehende Knallgold wird gut ausgewaschen und in eine heisse wässrige Lösung von 6 Thln. Cyankalium eingetragen, in die man zuletzt das Filtrum selbst wirft. Es löst sich sogleich farblos auf. Hat man eine recht concentrirte Cyankaliumlösung angewandt, so krystallisirt die bei weitem größte Menge beim Erkalten heraus in großen prismatischen zusammengewachsenen Krystallen, die man durch Lösen in ihrem doppelten Gewicht siedenden Wassers umkrystallisirt, da sie in heissem Wasser viel löslicher als in kaltem sind. Durch Erhitzen mit überschüssiger Salzsäure erhält man aus den Mutterlaugen alles Gold als unlösliches Goldeyanür.

Das Goldeyanürkalium ist farblos, luftbeständig, von salzig süßlichem, hintennach metallischem Geschmack, löslich in 7 Thln. kaltem und  $\frac{1}{2}$  Thl. siedendem Wasser; Alkohol löst nur wenig, Aether nichts davon auf. Durch Quecksilberchlorid wird es namentlich in der Hitze vollständig zerlegt. Es bildet sich dabei in der Kälte ein hellgelber, in der Hitze dunkler werdender Niederschlag, der nichts weiter als Goldeyanür ist, während Quecksilbercyanid und Chlorkalium sich lösen. Salpetersaures Silberoxyd erzeugt einen käsigen Niederschlag von weißer Farbe, der eine Verbindung von Gold- und Silbercyanür zu seyn scheint, da er ganz weiß ist und sich nicht völlig in Ammoniak löst.

Das Goldeyanürkalium ist eine für die galvanische Vergoldung ausgezeichnet werthvolle Verbindung.

Mit Chlormangan, Zink, Zinn, salpetersaurem Kupferoxyd und es-

sigsaurer Bleioxyd giebt die Goldcyanürkaliumlösung weiße Niederschläge. (Glassford und Napier). V.

Goldjodid, *Jodidum auricum*  $Au_2I_3$ , wird nach Johnston erhalten durch Eintröpfeln von Goldchloridlösung in verdünnte Jodkaliumlösung. Die Flüssigkeit wird anfangs grün durch Bildung von löslichem Jodkalium-Goldjodid ( $4KI + Au_2Cl_3 = 3KCl + KI \cdot Au_2I_3$ ), aber bei Zusatz von mehr Goldchlorid bildet sich ein dunkelgrüner Niederschlag von Goldjodid [ $3(KI \cdot Au_2I_3) + Au_2Cl_3 = 3KCl + 4Au_2I_3$ ]. Er ist in Wasser unlöslich und lässt sich ohne bedeutende Zersetzung kalt auswaschen, beim Trocknen aber verdampft Jod, es entsteht Jodür, und zuletzt bleibt reines Gold zurück. Durch Alkalien und Erden wird es zerlegt, durch Ammoniak eine explodirende Verbindung erzeugt. In Jodwasserstoffsäure ist das feuchte Jodid mit dunkel rothbrauner Farbe löslich. Diese Lösung liefert bei freiwilligem Verdunsten schwarzgrüne nadelförmige Krystalle, die sich an der Luft purpurn färben; ob dieselben reines Goldjodid oder jodwasserstoffsaurer Goldjodid sind, ist nicht untersucht worden. Auch durch Versetzen von Goldchlorid mit Jodwasserstoffsäure oder durch Auflösen fein vertheilten Goldes in jodhaltiger Jodwasserstoffsäure erhält man dieselbe Verbindung.

Mit basischeren Jodüren verbindet sich das Goldjodid zu Doppelverbindungen. Werden 3 Aeq. Jodkalium mit 1 Aeq. Goldjodid zusammengemischt und mit wenig Wasser übergossen, so entsteht eine dunkelgefärbte Lösung, die bei freiwilliger Verdunstung schwarze, glänzende, nadelförmige, wasserfreie, nach der Formel  $KI + Au_2I_3$  zusammengesetzte Krystalle absetzt. Diese werden durch Wasser zerlegt in Kaliumsuperjodid und Gold; in Jodkaliumlösung und Jodwasserstoffsäure sind sie aber unzersetzt löslich.

Auch die entsprechenden Natrium- und Ammonium-Doppelverbindungen sind dargestellt worden. Sie krystallisiren über Schwefelsäure in stark glänzenden, schwarzen, vierseitigen Prismen. Das Natriumsalz zerfließt besonders leicht an der Luft. V.

Goldjodür, *Jodetum aurosum*,  $Au_2I$ , wird nach Fordos erhalten, wenn man zu einer neutralen Goldchloridlösung eine frisch bereitete Lösung von Eisenjodür setzt, so lange dadurch eine Fällung hervorgebracht wird. Im Ueberschuss ist der entstehende Niederschlag löslich. Man wäscht ihn durch mehrmaliges Uebergießen mit kaltem Wasser, bringt ihn auf ein Filtrum und setzt ihn, vor Licht geschützt, 3—4 Tage lang einer Temperatur von 30—35° aus, wobei mit niedergefallenes Jod verdampft. Auch kann man ihn mit etwas Weingeist rasch abwaschen, um das Jod zu lösen, dann mit Wasser den Weingeist entfernen und bei gelinder Wärme trocknen, aber er erleidet dabei leicht eine theilweise Reduction. Statt des Eisenjodüres kann man Jodkalium anwenden, es muss aber vollkommen frei von freiem Alkali seyn, weil dieses das Jodür leicht zu metallischem Gold reducirt, indem sich Jodkalium und jodsaures Kali bilden. Wird die nur wenig überschüssige Jodkalium haltige Flüssigkeit mit dem Niederschlag erhitzt, so löst er sich theilweise auf. Beim Erkalten scheiden sich Krystallflittern ab; die zuerst niederfallenden sind fast reines Gold, die späteren werden immer jodreicher.

Durch Uebergießen von Goldchlorür mit Jodkaliumlösung erhält

man nach Johnston das Goldjodür leicht rein. Es wird mit kaltem Wasser ausgewaschen und an der Luft getrocknet.

Das Goldjodür bildet sich außerdem durch Behandlung von Goldoxyd mit Jodwasserstoffsäure, indem Wasser entsteht und Goldjodür nebst Jod niedergeschlagen werden ( $Au_2O_3 + 3HI = 3HO + Au_2I + 2I$ ) (Pelletier); ferner durch Kochen von feinzertheiltem Gold mit Jodwasserstoffsäure unter allmählichem Zusatz von Salpetersäure (Pelletier), oder mit Jod gemengt durch Fällung einer nicht zu concentrirten ganz neutralen Lösung von Goldchlorid mit neutraler Jodammoniumlösung und Zusatz von  $\frac{1}{3}$  Vol. Weingeist. Man gießt die Flüssigkeit von dem dunkelgefärbten Niederschlag ab und wäscht ihn mit Weingeist aus, bis er fast weiß geworden (Meillet).

Das Goldjodür ist je nach der Bereitungsweise nicht ganz gleich gefärbt, weißlich citronengelb bis grüngelb; es enthält in Folge seiner geringen Beständigkeit leicht einen Ueberschuss an Gold. Im trockenen Zustande zersetzt es sich bei gewöhnlicher Temperatur sehr langsam, bei 60° etwa schon in einigen Tagen, bei 120° aber sogleich in Gold und Joddampf. Wasser und nicht zu concentrirte Säuren wirken in der Kälte wenig, aber schon unter der Siedhitze des Wassers sehr stark darauf ein. Brom zerlegt es sehr rasch, indem sich Goldbromid bildet, ebenso Chlorgas, Chlorwasser wirkt langsamer ein. Kalilauge reducirt das Gold unter Bildung von jodsaurem Kali und Jodkalium. Jodkalium im Ueberschuss zerlegt es ebenfalls unter Abscheidung von Gold und Bildung einer Doppelverbindung von Goldchlorid und Chlorkalium. Organische Substanzen veranlassen meistens eine baldige Reduction der Verbindung. V.

Goldglätte ist synonym mit Bleiglätte, Silberglätte, Glätte (s. Bleioxyd). Auf manchen Hüttenwerken pflegt man jedoch diejenige Glätte vorzugsweise Goldglätte zu nennen, welche durch Abtreiben goldhaltigen Werkbleies erhalten wurden. Th. S.

Goldmacherkunst s. Alchemie. Bd. 1. S. 176.

Goldoxyd, *Oxydum Auricum*, *Peroxide d'or*,  $Au_2O_3$ . Die beste Methode, das Goldoxyd, welches seinem Verhalten zu basischeren Oxyden nach ebensowohl Goldsäure genannt werden könnte, darzustellen, besteht nach Pelletier darin, dass man zu in Wasser gelöstem Goldchlorid gebrannte Magnesia in geringem Ueberschuss hinzufügt und damit so lange digerirt, bis das meiste Gold als Oxydhydrat gefällt worden ist; in der Lösung bleibt etwas Goldoxyd an Talkerde gebunden. Auch durch Kochen von Goldchlorid mit einer gerade hinreichenden Menge von kohlensaurem Natron, so lange noch der Niederschlag sich vermehrt, Filtriren, Uebersättigen der Flüssigkeit mit kohlensaurem Natron und Neutralisiren in der Hitze mit Schwefelsäure, erhält man alles Gold als Oxyd (Figuier). Den Niederschlag wäscht man zuerst mit Wasser, dann mit concentrirter Salpetersäure aus, um ihm den Rest der Talkerde oder des Alkalis zu entziehen. Auch kann man Zinkoxyd statt der Talkerde wählen. Wenn man kaustisches Alkali oder Barytwasser zur Fällung anwendet, so muss man weniger davon nehmen, als zur Aufnahme alles Chlors erforderlich ist, weil sonst viel Goldoxyd-Alkali gelöst bleibt. Sind die Lösungen concentrirt, so erhält man sogleich dunkles wasserfreies Oxyd, aus dem man nicht durch Wasser, wohl aber durch Salpetersäure alles Alkali ausziehen kann. Bei 100° getrocknet, zieht es

sich stark zusammen, wird ganz schwarz und meistens theilweise reducirt. Diese theilweise Reduction findet selbst bei der Aufbewahrung im Dunkeln, aber noch schueller im Lichte Statt. Beim Erhitzen verliert es noch vor dem Glühen seinen Sauerstoff vollständig und hinterlässt reines Gold.

In Salzsäure ist das Goldoxyd (soweit es beim Trocknen nicht reducirt wurde) leicht löslich. V.

**Goldoxydammoniak, Knallgold, *Aurum fulminans*,**  $2\text{NH}_3 \cdot \text{Au}_2\text{O}_3$  oder  $\text{NH}_3 \cdot \text{Au}_2\text{N} + 3\text{HO}$  (Dumas). Wird Goldoxydhydrat mit kaustischem, schwefelsaurem, salzsaurem oder salpetersaurem Ammoniak übergossen, so verwandelt es sich in die Knallgold genannte, leicht explodirende Verbindung. Sie wird ebenfalls durch Fällen von Goldchlorid mit kohlensaurem oder kaustischem Ammoniak erhalten. Je mehr Säure die Lösung enthält und je mehr überschüssiges Ammoniak man anwendet, desto mehr Gold bleibt in der Flüssigkeit. Man wäscht es zuerst mit kaltem, dann mit heißem ammoniakhaltigem, zuletzt mit siedendem Wasser so sorgfältig als möglich aus, wodurch seine Fähigkeit zu verpuffen bedeutend erhöht wird. Nach der ersten Bereitungsart ist es ein grünes, nach der zweiten ein braungelbes Pulver, was scharf getrocknet schon bei der leichtesten Berührung mit furchtbarer Heftigkeit explodirt; schon das Reiben mit einem Papierstreifen kann das Verpuffen veranlassen. Es zersetzt sich hierbei in metallisches Gold, Stickgas, Ammoniak und Wasser. Beim Erwärmen verpufft es erst bei  $143^\circ$  und wird kurz vorher schwarz. Erhitzt man es mehrere Stunden bis  $130^\circ$ , und dann allmählig steigend bis  $160^\circ$ , so lässt es sich zuletzt, ohne zu verpuffen, glühen und reines Gold bleibt zurück. Von Schwefelwasserstoffwasser und Zinnchlorürlösung wird es zerlegt. In concentrirter Schwefelsäure verändert es sich erst, wenn die Wärme bis zum Sieden gesteigert wird. Salzsäure verändert es nicht und löst nur wenig davon auf, Kali schlägt das Gelöste als Knallgold wieder nieder. Wässerige Alkalien, die meisten Säuren, so wie Alkohol verändern das Knallgold selbst beim Erwärmen nicht. V.

**Goldoxyhydrat.** Aus den Goldchloridlösungen kann man auf die bei dem Goldoxyd näher beschriebenen Weisen durch Kali oder Talkerde in der Kälte Goldoxydhydrat als braune Flocken fällen; bei Anwendung der Methode von Figuier mit kochendem kohlensaurem Natron erhält man gelbe Flocken, welche 29 Proc. Wasser enthalten. Man wäscht mit verdünnter Salpetersäure, zuletzt mit Wasser vollkommen aus und trocknet bei gewöhnlicher Temperatur. Es bildet zusammenhängende Stücke mit Glasbruch, schrumpft bei erhöhter Temperatur stark zusammen und verliert, indem es dunkel wird, sein Hydratwasser, wobei es sich theilweise reducirt. Es löst sich in starker Salpetersäure und in Schwefelsäure etwas auf, beim Abdampfen fällt erst Goldoxyd, dann schwarzes Oxyd und Metall nieder, auch Wasser schlägt alles Goldoxyd aus diesen Lösungen nieder. Goldoxydhydrat mit Kalilauge gekocht, löst sich zum Theil mit gelber Farbe darin auf, Salpetersäure schlägt daraus Goldoxydhydrat nieder. Es wird durch Kochen mit weingeistiger Kalilösung zu Metall in glänzenden freien Schuppen reducirt, die zur Minialturmalerei verwendbar sind. Das Goldoxyd muss bis zu  $245^\circ$  erhitzt

werden, ehe es seinen Sauerstoff verliert. Das Goldoxydkali soll nach Elkington zur galvanischen Vergoldung besonders geeignet seyn.

V.

**Goldoxydsalze.** Schon bei Goldoxydhydrat wurde der losen Verbindungen erwähnt, die dasselbe mit concentrirter Salpeter- und Schwefelsäure einzugehen vermag. Selensäure löst unter Bildung von seleniger Säure nach Mitscherlich Gold auf. Alle diese Verbindungen sind aber kaum gekannt und noch nicht untersucht.

V.

**Goldoxydul, Goldsuboxydul, Protoxide d'or,  $Au_2O$ ,** erhält man durch Uebergießen von Chlorür mit Kalilauge in der Kälte als grünes Pulver (Berzelius). Ein Theil löst sich in der Kalilauge, wird aber bald reducirt und setzt sich an den Wänden des Gefäßes als metallisches Gold ab. Nach Figuiet soll man es als violettes Pulver bekommen, wenn man die Lösung von Goldchlorid durch salpetersaures Quecksilberoxydul zerlegt. Es zersetzt sich erst bei  $250^{\circ}$ , und soll sich sowohl mit Säuren, wie mit Alkalien verbinden. Wird es mit Ammoniak übergossen, so bildet sich ein violetter Körper, der beim Erhitzen verpufft. Es sind außer den von Himly<sup>1)</sup> untersuchten Doppelsalzen mit schwelligsaurem und unterschwelligsaurem Natron keine Sauerstoffsalze dieses Oxydes bekannt.

V.

**Goldprobe.** Goldhaltige Erze und Kunstproducte werden durch die Kapellenprobe auf ganz ähnliche Weise untersucht, wie silberhaltige (s. Silberprobe). Das hierbei ausgebrachte Goldkorn ist jedoch nie vollkommen rein, sondern vorzüglich durch gröfsere oder geringere Quantitäten Silber, nicht selten auch durch Kupfer und Spuren anderer Metalle verunreinigt, weshalb es einer weiteren Behandlung unterworfen werden muss. Will man seinen Feingehalt mit größtmöglicher Genauigkeit bestimmen, so ist es nothwendig, dass der eigentlichen oder Hauptprobe eine vorläufige vorangehe.

Die vorläufige Probe hat zum Zweck, den ungefähren Goldgehalt des unreinen Goldes zu ermitteln. Zu diesem Ende schmilzt man das goldhaltige Korn — je nachdem es eine tief gelbe, licht gelbe oder weisse Farbe besitzt — mit dem Dreifachen, Doppelten oder Gleichen seines Gewichtes an Silber und mit etwa dem Zehnfachen seines Gewichtes an Blei zusammen. Dies geschieht unter der Muffel auf einer gewöhnlichen Kapelle von Knochenasche und ausgelaugter Holzasche, wie sie zu Silberproben angewandt wird. Nach dem Einschmelzen wird die Legirung sogleich bis zum Zurückbleiben des Goldsilbers abgetrieben. Das Korn desselben wird nach dem Erkalten aus der Kapelle genommen, dünn ausgeplattet und zu einem Röllchen geformt, welches man in einem kleinen Glaskolben so lange mit nicht ganz concentrirter Salpetersäure digerirt, als sich noch rothe Dämpfe entwickeln. Man erhitzt nun die Flüssigkeit bis zum Kochen, lässt sie darauf erkalten und gießt sie vorsichtig von dem gewöhnlich in der Gestalt des Röllchens zurückgebliebenen porösen Golde ab, welches man gut auswäscht, trocknet, glüht und wiegt.

Die Hauptprobe ist der vorläufigen sehr ähnlich, und unterscheidet sich hauptsächlich nur dadurch von derselben, dass die Goldsilber-Legi-

<sup>1)</sup> Ann. der Chem. u. Pharm. LIX. S. 95.

nung von einer bestimmteren Zusammensetzung hervorgebracht wird, wozu eben die vorläufige Probe die nöthigen Daten liefert. Ein anderes ausgebrachtes Goldkorn wird nämlich mit so viel Silber zusammenschmolzen, dass die Legirung auf 1 Gwthl. Gold nahe  $2\frac{1}{2}$ —3 Gwthl. Silber enthält. Auch dies Zusammenschmelzen geschieht auf der Kapelle mit dem nöthigen Bleizusatze, welcher darauf durch Abtreiben wieder entfernt wird. Das ausgeplattete und zusammengerollte Goldsilber wird nun 15—20 Minuten mit Salpetersäure von 22° Beaumé (1,166—1,1864 spec. Gew.) gekocht, worauf man die Solution abgießt und durch Salpetersäure von 32° B. (1,26—1,296 spec. Gew.) ersetzt, mit welcher das Kochen noch etwa 7—8 Minuten fortgesetzt wird. Das poröse Goldröllchen bringt man nach dem Auswaschen in einen Platintiegel, fügt ein Stückchen wasserfreies saures schwefelsaures Kali hinzu und erhitzt bis zum Schmelzen des letzteren und bis keine Dämpfe von Schwefelsäure mehr aufsteigen. Hierdurch werden die letzten Antheile Silber, welche man durch Behandlung mit Salpetersäure nicht zu entfernen vermag, aus dem Golde extrahirt. Die erkaltete Salzmasse, welche das Gold umgiebt, besteht aus neutralem schwefelsaurem Kali und einer geringen Menge schwefelsaurem Silberoxyd. Um diese Masse schnell und vollständig aufzulösen und das Gold aus derselben zu befreien, ist es am besten, sie im Platintiegel mit Schwefelsäure zu übergießen und so lange zu erhitzen, bis die Auflösung erfolgt ist. Das nun gebildete saure schwefelsaure Kali kann leicht durch vorsichtig hinzugefügtes Wasser entfernt werden. Das gut ausgewaschene, getrocknete und geglühte Gold wird darauf gewogen. —

Besitzt das durch die Kapellenprobe ausgebrachte Korn nur einen sehr geringen Goldgehalt, so werden die Manipulationen bei der vorläufigen Probe dadurch sehr erschwert, dass man nach dem Kochen mit Salpetersäure das Gold gewöhnlich nicht in Gestalt eines zusammenhängenden Röllchens, sondern als feines Pulver erhält. Bei einiger Vorsicht ist man jedoch im Stande, das Gewicht desselben hinreichend genau zu bestimmen. Eine andere, wesentlichere Schwierigkeit findet aber bei der Hauptprobe Statt, wenn man 1) von der auf Gold zu untersuchenden Substanz nur eine geringe Menge besitzt, und wenn 2) diese Substanz nur sehr wenig Gold enthält. Man bekommt dann durch die Hauptprobe zuweilen eine so kleine Quantität Gold, dass eine genaue Gewichtsbestimmung derselben nicht gut vorgenommen werden kann. In diesem Falle wäre es vielleicht vorzuziehen, das Gewicht dieses Goldes nicht direct durch Wägung, sondern auf eine Art zu bestimmen, wie sie von O. Henry<sup>1)</sup> in Vorschlag gebracht worden ist. Das ausgebrachte reine Gold wird nämlich nach ihm mit Königswasser behandelt und die Solution vorsichtig bis fast zur Trockne eingedampft, der rubinrothe Rückstand in Wasser gelöst und mit seinem fünf- bis sechsfachen Gewichte doppelt kohlensaurem Kali oder Natron, welches zuvor ebenfalls in Wasser gelöst wurde, vermischt. Man erhitzt darauf die Mischung, bringt sie in ein Glas mit eingeriebenem Stöpsel und setzt eine zur Fällung des Goldes mehr als hinreichende Menge feinertheilten metallischen Kupfers hinzu, welches vorher in Wasserstoffgas ausgeglüht werden ist, schüttelt die Flüssigkeit wiederholt und schreitet nach Verlauf einer Stunde zur weiteren Behandlung derselben. Sie wird jetzt mit Schwefelsäure schwach

<sup>1)</sup> Dingl. polyt. Journ. Bd. LIII, S. 364.

übersättigt, wodurch das zuvor entstandene kohlensaure Kupfer aufgelöst wird, nicht aber das noch vorhandene metallische Kupfer. Man filtrirt und gießt in die Flüssigkeit tropfenweise eine verdünnte Solution von Kaliumeisencyanid, bis kein rothbrauner Niederschlag von Cyaneisenkupfer mehr entsteht. Es geschieht dies unter ähnlichen Vorsichtsmaßregeln, wie das Hinzufügen der verdünnten Kochsalzauflösung bei der Silberprobe auf nassem Wege (s. Silberprobe).

Aus der Menge der verbrauchten Kaliumeisencyanid-Solution bestimmt man die Quantität des aufgelösten Kupfers, und da diese ein Aequivalent des ausgefallten Goldes ist, so ergibt sich daraus auch die Menge des letzteren.

*Th. S.*

Goldpurpur (Cassius'scher Goldpurpur — *Purpura Cassii*). Ein zuerst von Cassius in Leyden im Jahre 1683 dargestelltes Goldpräparat, welches seinen Namen von der Purpurfarbe erhielt, die es sowohl — unter gewissen Umständen — selbst besitzt, als auch Glasflüssen ertheilt, mit denen es zusammengeschmolzen wird. Ueber die beste Darstellungsweise dieses Präparates und seine wahre Zusammensetzung befand man sich lange Zeit in Ungewissheit. In Betreff der ersteren hat man jetzt die nöthigen Aufschlüsse erlangt; in Betreff der letzteren sind aber immer noch nicht alle Zweifel gehoben. Zwar ist es ausgemacht, dass der Goldpurpur aus Gold, Zinn und Sauerstoff besteht, allein in welcher Proportion und Art diese drei Stoffe in ihm vereinigt sind, ist bis jetzt nur wahrscheinlich gemacht, aber nicht vollkommen erwiesen. — Die älteren Vorschriften zur Darstellung des Goldpurpurs stimmen alle darin mit einander überein, dass man zu einer verdünnten Auflösung von Goldchlorid eine Auflösung von Chlorzinn setzt, wobei sich entweder ein dunkelpurpurfarbener oder ein brauner Niederschlag bildet, welcher letztere die Glasflüsse mitunter gar nicht oder doch nicht intensiv purpurfarben färbt. Diese Unsicherheit in der Darstellung des Goldpurpurs wurde erst in neuerer Zeit von Fuchs beseitigt, indem derselbe zeigte, dass man hierzu weder reines Zinnchlorid noch Zinnchlorür, sondern Zinnesquichlorür — welches man als aus 1 At. Zinnchlorid und 1 At. Zinnchlorür bestehend betrachten kann — anwenden müsse. Zinnchlorid bringt in einer Goldchlorid-Solution keinen, Zinnchlorür dagegen einen braunen Niederschlag hervor, welcher die Eigenschaft, Glasflüsse rubinroth zu färben, nicht besitzt. Ferner ist es erforderlich, dass die Goldchlorid-Auflösung völlig frei von Salpetersäure ist. Um dies zu erreichen, muss sie mit einem Ueberschuss an Salzsäure im Wasserbade eingedampft werden, worauf man den Rückstand wieder in Wasser auflöst und die Lösung mit vielem Wasser verdünnt. Sie besitzt den richtigen Grad der Verdünnung, wenn ein Tropfen der Zinnesquichlorür-Auflösung darin einen Niederschlag hervorbringt, der sich beim Umrühren mit rosenrother oder purpurrother Farbe in der Flüssigkeit vollständig auflöst, widrigenfalls die Verdünnung nicht groß genug war und daher mehr Wasser hinzugefügt werden muss. Zur so vorbereiteten Goldsolution setzt man die Auflösung des Zinnesquichlorür in kleinen Portionen und unter fortwährendem Umrühren, bis fast sämmtliches Goldchlorid zersetzt ist. Ein Ueberschuss an Zinnesquichlorür ist zu vermeiden. Die Flüssigkeit erscheint jetzt im darauffallenden Lichte braun, im durchfallenden aber klar und tief purpurroth. Nach etwa 24 Stunden hat sich der Purpur daraus ab-

gesetzt, und die Flüssigkeit ist nun farblos oder besitzt einen schwachen Stich in's Rosenrothe, von einer geringen Menge noch nicht ausgefallten Purpurs herrührend. Der Niederschlag wird filtrirt und gut ausgewaschen. Die filtrirte Flüssigkeit ist durchaus farblos, auch wenn sie vorher schwach rosenroth war, indem jene kleine Menge des suspendirten Niederschlages auf dem Filtrum zurückbleibt. Versucht man dagegen die Filtration früher vorzunehmen, so verstopfen sich die Poren des Filtrirpapiers sehr bald, und verzögern dadurch das Durchlaufen der Flüssigkeit in hohem Grade. — Capaun<sup>1)</sup> hat diese von Fuchs gegebenen Vorschriften noch schärfer zu fassen und dadurch die Darstellung eines möglichst vollkommenen Goldpurpurs noch mehr zu erleichtern gesucht. Derselbe giebt folgendes Verfahren an. Man füge zu 1 Gwthl. *Liquor ferri muriatici* der *Pharm. Bor.* 3 Gwthle. Wasser, hierauf so lange die Lösung von 1 Gwthl. Zinnchlorür in 6 Gwthle. Wasser, bis die bräunliche Farbe der Eisensolution in eine grünliche übergegangen ist, und setze dann noch 6 Gwthle. Wasser hinzu. Andererseits löse man Gold in kochender Salzsäure, unter allmählichem Zusatze von Salpetersäure, jedoch so, dass der Ueberschuss der Säuren, besonders der Salpetersäure, möglichst vermieden wird, verdünne so weit, dass 1 Gwthl. Gold auf 360 Gwthle. Flüssigkeit kommt, und füge hierzu unter beständigem Umrühren so lange von der Zinnlösung, als noch ein Niederschlag erfolgt. Man erhält auf diese Weise von 100 Gwthln. Gold 312,5 Gewichttheile getrockneten Goldpurpur von ausgezeichneter Qualität. Die angegebene Bereitungsart des Zinnesquichlorür mittelst Eisenchlorid rührt zum Theil schon von Fuchs her; Capaun hat die zweckmäßigsten quantitativen Verhältnisse hierzu ermittelt. Das nach der Fällung in der Flüssigkeit enthaltene salzsaure Eisenoxydul ist ohne allen Einfluss auf den Goldpurpur.

Der auf solche Weise bereitete Goldpurpur hat im frisch gefällten, feuchten Zustande eine dunkelbraune Farbe, die beim Trocknen etwas heller wird. Zerreibt man den getrockneten Purpur zu einem feinen Pulver, so bekommt er einen bläulichen Schein. Geschah das Trocknen desselben bei 100° C., so enthält er noch ungefähr 7—8 Proc. chemisch gebundenes Wasser, welches erst in der Glühhitze vollständig entweicht. Der geglähte Purpur ist in der Farbe nicht merklich von dem bei 100° C. getrockneten verschieden. Mit einem Glasflusse zusammengeschmolzen, löst er sich vollständig darin auf und ertheilt demselben eine schöne rubinrothe Farbe. Er wird nicht allein zum Färben des Glases, sondern auch zum Malen auf Email und Porzellan benutzt.

Mehrfache Analysen haben herausgestellt, dass der Goldpurpur aus Gold, Zinn und Sauerstoff besteht, und zwar stets in einem solchen Verhältnisse, dass die ganze Sauerstoffmenge gerade hinreicht, um mit dem Zinn Zinnoxid,  $\text{SnO}_2$ , zu bilden. Entweder muss also der Goldpurpur aus metallischem Gold und Zinnoxid oder aus oxydirtem Gold und einer Oxydationsstufe des Zinnes zusammengesetzt seyn, welche weniger Sauerstoff enthält als das Zinnoxid. Dass der Goldpurpur kein metallisches Gold enthält, wird durch folgende Umstände im hohen Grade wahrscheinlich gemacht. 1) Der frisch gefällte, noch feuchte Goldpurpur löst sich in kautischem Ammoniak zu einer klaren purpurrothen Flüssigkeit auf, welche, dem directen Sonnenlichte ausgesetzt, ihre Farbe allmählig in

<sup>1)</sup> Erdmann's und Marchand's Journ. Bd. XXII. S. 152.

Blau umändert und zuletzt, unter Ausfällung metallischen Goldes, farblos wird. Die entfärbte Flüssigkeit enthält Zinnoxid aufgelöst. 2) Reibt man Goldpurpur mit Quecksilber zusammen, so erleidet derselbe hierbei keine chemische Veränderung. Das Quecksilber extrahirt kein Gold daraus. 3) Eine Verbindung von einem Metalle mit einem Metalloxyde, wie sie der Goldpurpur unter jener Annahme darstellen würde, ist bisher ohne Beispiel. Betrachtet man also den Goldpurpur aus diesen Gründen als aus oxydirtem Gold und oxydirtem Zinn bestehend, so ist keine Combination wahrscheinlicher als  $\text{AuO.Sn}_2\text{O}_3$ , nämlich 1 At. eines Goldoxydes  $\text{AuO}$  und 1 At. Zinnesquioxidul. Das Vorhandenseyn dieses letzteren im Goldpurpur wird zugleich dadurch motivirt, dass zur Darstellung eines guten Goldpurpurs die Anwendung von Zinnesquichlorür erfordert wird. Zufolge einer solchen Zusammensetzung müsste der Goldpurpur 39,68 Proc. Gold enthalten. Oberkampf erhielt bei der Analyse eines mit möglichster Sorgfalt bereiteten Purpurs 39,82 Procent Gold. Andere Analytiker fanden hiervon theils geringere, theils gröfsere Quantitäten, was daher rührt, dass bei nicht ganz vorschriftsmässiger Bereitung entweder ein Gemenge von Goldpurpur mit Gold oder von Goldpurpur mit Zinnoxid erhalten wird.

Mercadieu und Gay-Lussac haben einen interessanten Versuch angestellt, welcher der hier entwickelten Ansicht von der Zusammensetzung des Goldpurpurs nicht günstig zu seyn scheint. Sie schmolzen Gold und Zinn das eine Mal mit Zink, das andere Mal mit Silber zusammen und behandelten diese Legirungen mit Salpetersäure, wodurch sich in beiden Fällen braune Rückstände bildeten, welche Aehnlichkeit mit Goldpurpur besaßen und Glasflüssen beim Zusammenschmelzen damit eine rubinrothe Farbe ertheilten. Dass sich das Gold in diesen braunen Rückständen in metallischer Gestalt befand, scheint nicht zweifelhaft zu seyn <sup>1)</sup>. Doch muss hierbei bemerkt werden, dass allerdings auch metallisches Gold, wenn es mit Glasflüssen zusammengeschmolzen wird, dieselben unter gewissen Umständen rubinroth färbt. Hierdurch ist jedoch keinesweges bewiesen, dass in einem auf diese Weise roth gefärbtem Glase sich das aufgelöste Gold im metallischen Zustande befindet, sondern es ist wahrscheinlicher, dass sich ein kieselsaures  $\text{AuO}$  gebildet hat, welches natürlich noch leichter entstehen muss, wenn man  $\text{AuO.Sn}_2\text{O}_3$  mit einem Glasflusse zusammenschmilzt.

Th. S.

Goldsäure, *Acide peraurique*,  $\text{Au}_2\text{O}_3$ ? durch längeres Kochen von neutraler Goldchloridlösung mit kaustischem Kali erhält man unter Abscheidung von Goldoxydul und ohne jede Gasentwicklung eine Lösung von goldsaurem und Goldoxyd-Kali (nach Figui er); setzt man hierzu Chlorbaryum und fällt dann durch Zusatz von Barytwasser, so entsteht erst ein gelber, dann ein grüner Niederschlag. Wird dieser durch Schwefelsäure zerlegt, so bleiben Goldoxyd und schwefelsaurer Baryt ungelöst und die Flüssigkeit hält Goldsäure gelöst. Bei  $60^\circ$  bis  $65^\circ$  zersetzt sich diese Lösung unter Sauerstoffentwicklung und Absatz von Gold (Figui er). Berzelius hält es für zweifelhaft, dass eine solche höhere Oxydationsstufe bestehe <sup>2)</sup>.

V.

<sup>1)</sup> Mercadieu und Gay-Lussac untersuchten dies nicht näher.

<sup>2)</sup> Vergl. Berzelius Jahresbericht, XXV. S. 100.

**Goldschaum** (Blattgold — *feuille d'or* — *leaf gold*). So wird das gewöhnlich bis zur Dicke von etwa  $\frac{1}{160000}$  bis  $\frac{1}{180000}$  Zoll ausgehämmerte Gold genannt. Ganz reines Gold eignet sich hierzu, wegen seiner außerordentlichen Dehnbarkeit, am besten; das Gold der holländischen Ducaten (23 Karat 7 Grän fein) lässt sich nicht so dünn ausschlagen. Das zum Ausschlagen bestimmte Gold wird zuerst durch Walzen bis zu einer Dicke von  $\frac{1}{2}$  Linie gebracht, darauf zwischen Pergamentblättern und zuletzt zwischen Goldschlägerhäutchen ausgehämmert. Unächtcs Blattgold (*Dutch gold*), auch wohl vorzugsweise Goldschaum genannt, wird aus rothem Messing (ungefähr 11 Gwthle. Kupfer und 2 Gwthle. Zink) geschlagen. Dasselbe lässt sich natürlich bei weitem nicht so dünn darstellen, wie das ächte. Th. S.

Goldscheidewasser s. Aqua regis. Bd. I. S. 455.

**Goldscheidung.** Hierunter versteht man den im Großen ausgeführten Process der chemischen Scheidung des Goldes vom Silber oder vom Silber und Kupfer. Es giebt hauptsächlich folgende Arten dieses Processes: 1) die Goldscheidung durch Schwefelantimon (das sogenannte »Gießen des Goldes durch Spießglanz«), 2) die Goldscheidung durch Schwefel (die »Scheidung durch Guss und Fluss«), 3) die Goldscheidung durch Cementation, 4) die Goldscheidung durch Salpetersäure (»Scheidung durch die Quart«), 5) die Goldscheidung durch Schwefelsäure. Da die letztgenannte, vollkommenste Methode der Goldscheidung die anderen Methoden in neuerer Zeit fast gänzlich verdrängt hat, so wird es genügen, diese hier nur so weit zu berühren, als zum Verständniss ihrer wichtigsten Eigenthümlichkeiten erforderlich ist.

1) Die Goldscheidung durch Schwefelantimon. Die aus Silber und Gold oder aus diesen Metallen und Kupfer bestehende Legirung wird in einem Graphittiegel bis zur vollkommenen Schmelzung erhitzt. Ist letztere eingetreten, so fügt man entweder gepulvertes Schwefelantimon (*Antimonium crudum*) oder ein Gemenge von diesem und Schwefel hinzu und befördert die chemische Einwirkung durch Umrühren. Bloßes Schwefelantimon, und zwar dem Gewichte nach etwa das Doppelte der Legirung, wendet man an, wenn die Legirung mindestens 18karätig ist, also nicht unter 75 Proc. Gold enthält; für jedes Karat unter 18 wird dem Schwefelantimon dagegen  $\frac{1}{2}$  Loth Schwefel beigemengt. Das zusammengeschmolzene Gemenge gießt man in ein mit Wachs oder Fett ausgestrichenes gusseisernes Gefäß. Nach dem Erkalten findet man die Masse in zwei Schichten gesondert, welche sich durch Hammerschläge leicht trennen lassen. Die obere Schicht, das Plachma oder Plachmal, besteht hauptsächlich aus Schwefelsilber, Schwefelkupfer, Schwefelantimon und, wenn die angewandte Legirung außer Kupfer noch andere unedle Metalle enthielt, aus anderen Schwefelmetallen. Die Bestandtheile der unteren Schicht, der Regulus, sind vorzugsweise Antimon und Gold. Ginge dieser Process, welcher auf der Verwandtschaft des Schwefels zum Silber beruht, so scharf vor sich, wie es der Theorie nach geschehen sollte, so würde das Plachmal alles Silber und Kupfer, der Regulus alles Gold enthalten. Eine solche Trennung ist jedoch in der Praxis nur annähernd erreichbar. Das Plachmal ist stets noch goldhaltig und muss daher zu wiederholten Malen umgeschmolzen werden, wobei sich kleine Quantitäten goldhal-

tigen Antimons aussondern; und ebenso enthält der Regulus noch Antheile von Silber, Kupfer u. s. w., welche eine wiederholte Behandlung mit Schwefelantimon nothwendig machen. Diese Unvollkommenheiten und die dadurch bewirkte Ausdehnung des Processes ziehen einen Goldverlust nach sich, welcher durch die später folgende Gewinnung des Goldes aus dem Antimongold leicht noch vergrößert werden kann, indem bei der verflüchtigen Schmelzung des letzteren die Verflüchtigung einer kleinen Goldmenge schwer zu umgehen ist. Das nach dem Abtreiben des Antimons zurückbleibende Gold wird mit einem aus  $\frac{1}{2}$  Gwthl. Borax,  $\frac{1}{4}$  Gwthl. Salpeter und  $\frac{1}{4}$  Gwthl. Glaspulver bestehenden Fluss zusammengesmolzen, um die letzten Antheile Antimon zu entfernen. Das goldfreie Plachmal kann auf verschiedene Weise — durch oxydirende Schmelzung, durch Schmelzung mit Eisengranalien oder Bleiglätte, durch Zusammenschmelzen mit Blei und Abtreiben u. s. w. — zu Gute gemacht werden. Man sehe hierüber Lampadius Handbuch der allgemeinen Hüttenkunde, Theil 2, Bd. 2, S. 144.

2) Die Goldscheidung durch Schwefel. Nach dieser Methode wird ein Gemenge von 7 Gwthln. der granulirten goldhaltigen Legirung mit 1 Gwthl. befeuchteten Schwefelpulvers in einen bereits glühenden Kohlentiegel eingetragen und mit einer Schicht Kohlenstaub bedeckt. Der so beschickte und mit einem Deckel versehene Tiegel wird 2 bis  $2\frac{1}{2}$  Stunde in einer schwachen Glühhitze erhalten, bei welcher keine Schmelzung, wohl aber eine Verbindung (durch Cementation) des Silbers, Kupfers u. s. w. mit dem Schwefel stattfindet, an welcher Verbindung das Gold, aus mangelnder Verwandtschaft zum Schwefel, und ein Theil des Silbers, wegen nicht hinreichender Schwefelmenge, keinen Antheil nimmt. Nach Verlauf der gedachten Zeit erhitzt man die Masse bis zum Schmelzen und erhält sie in diesem Zustande etwa eine Stunde lang. War die Legirung goldreich, so sondert sich jetzt ein noch bedeutend goldreicheres Silber daraus ab, während nur ein kleiner Theil des Goldes in dem darüber befindlichen Schwefelmetalle, Plachmal, zurückbleibt. Enthielt die Legirung dagegen nur wenig Gold, so findet eine solche Aussonderung entweder in sehr geringem Maasse oder gar nicht Statt. Um dieselbe zu bewirken, fügt man Bleiglätte (auf 1 Mark Legirung ungefähr  $1 - 1\frac{1}{2}$  Loth) in kleinen Portionen zur geschmolzenen Masse. Der Sauerstoff des Bleioxyds verbindet sich hierbei mit einem entsprechenden Antheile Schwefel zu schwelliger Säure, welche entweicht, während das so entschwefelte Silber mit dem größten Theile des Goldes als goldhaltiges Silber ausgefällt wird, das reducirte Blei aber mit den Schwefelmetallen zusammenschmilzt. Das ausgeschiedene goldhaltige Silber wird entweder durch eine neue Zusammenschmelzung mit Schwefel noch mehr angereichert oder der Scheidung durch Salpetersäure oder Schwefelsäure unterworfen. Aus dem goldhaltigen Plachmal gewinnt man das rückständige Gold durch wiederholtes Behandeln mit Glätte und durch Zugutmachung des hierbei erhaltenen goldhaltigen Silbers auf die gedachte Weise. Die Goldscheidung durch Schwefel ist also eigentlich nur eine Concentrations-Arbeit, durch welche man sich ein zur nassen Scheidung hinreichend angereichertes goldhaltiges Silber verschafft. Eine vielfache Wiederholung dieses Processes würde zwar zuletzt ein ziemlich reines Gold liefern können, aber nicht ohne bedeutenden Gold-

verlust. Die Concentration des Goldes durch Schwefel und Bleiglätte steht noch jetzt auf einigen Hüttenwerken in Anwendung, namentlich auf der Ockerhütte am Unterharze <sup>1)</sup>.

3) Die Goldscheidung durch Cementation. Die goldhaltige Legirung, welche dieser Scheidung unterworfen werden soll, muss in Gestalt dünner Bleche oder feiner Granalien angewandt werden, welche man mit dem Cementirpulver — ein Gemenge von gewöhnlich 4 Gwthln. Ziegelmehl, 1 Gwthl. Kochsalz und 1 Gwthl. calcinirtem Eisenvitriol — in einem Tiegel derartig aufschichtet, dass die einzelnen Metallstücke möglichst wenig mit einander in Berührung kommen. Das Ganze wird darauf einer langsam steigenden, mehrstündigen Hitze ausgesetzt. Durch Einwirkung des Eisenvitriols auf das Kochsalz entwickelt sich Chlor, welches das vorhandene Silber nach und nach in Chlorsilber umwandelt. Die Beimischung von Ziegelmehl soll das Schmelzen des Cementpulvers verhindern, und als poröse Masse zur Einsaugung des gebildeten Chlorsilbers dienen. Nach beendigtem Process werden die Goldbleche oder Granalien in Wasser ausgekocht. Am besten gelingt die Scheidung bei 8—12 karätigem Golde. Diese älteste und fast gänzlich verlassene Methode ist vor einigen Jahren durch Philipp <sup>2)</sup> wieder in Anregung gebracht worden. Derselbe empfiehlt ein Cementpulver aus 3 Gwthln. Ziegelmehl, 1 Gwthl. Kochsalz, 1 Gwthl. Alaun und 1 Gwthl. Eisenvitriol. Der beschickte Tiegel wird langsam erhitzt und sodann 3—4 Stunden rothglühend erhalten. Das poröse, in Wasser ausgekochte Gold schmilzt man mit Borax zusammen.

4) Die Goldscheidung durch Salpetersäure beruht auf den nämlichen Principien, welche bereits bei dem Probiren des Goldes durch Salpetersäure (s. Goldprobe) angegeben wurden. Die folgende Methode hat vor dieser Scheidungsart jetzt allgemein den Vorzug erlangt.

5) Die Goldscheidung durch Schwefelsäure. Auch diese Scheidung wird, der Hauptsache nach, im Großen ganz analog ausgeführt, wie die betreffende Goldprobe (s. d.). Die Ausführung im Großen bedingt jedoch ein Detail, welches in mehreren Punkten wesentlich von dem der Goldprobe abweicht. — Die besonders durch D'Arcet's und später durch Dizé's Bemühungen zur Vollkommenheit gebrachte Goldscheidung durch Schwefelsäure wurde zuerst ausschließlich in Platingefäßen vorgenommen. Jetzt hat man diese kostbaren Gefäße fast überall gegen gusseiserne und an einigen Orten gegen Gefäße von Porzellan (Sanitätsgut) vertauscht. Aus welcher Masse dieselben aber auch bestehen mögen, stets haben sie die Form von tiefen Kesseln und sind mit Helmen von Platin, Blei oder Porzellan versehen, so dass sie sowohl als offene Abdampfungsgefäße wie auch als Retorten benutzt werden können. Die Capacität dieser Kessel richtet sich nach der Menge der goldhaltigen Legirung, welche darin auf einmal dem Scheidungsprocess unterworfen werden soll; sie ist daher in den verschiedenen Scheidungsanstalten sehr verschieden. Auf der Münchener Münze wendete man früher (ob jetzt noch, ist dem Verfasser nicht bekannt) Platinkessel von ungefähr 13" Höhe und 18" größtem Durch-

<sup>1)</sup> Jordan in Erdmann's Journ. f. pract. Chem. IX. S. 74.

<sup>2)</sup> Dingler's polyt. Journ. XLIV. S. 279.

messer (im Bauche) an, welche zur Scheidung von 50—60 Mark Legirung dienen. Die gusseisernen Kessel zu Kremnitz sind 3' 4" tief und haben 2' 8" im Durchmesser, bei einer Randdicke von 3" und einer Bodendicke von  $5\frac{1}{4}$ ". Die in der Münze zu Wien angewendeten Kessel bestehen aus gleichem Material, sind 3' tief und 3' breit; ihre Randdicke ist  $1\frac{1}{2}$ " und ihre Bodendicke  $2\frac{1}{2}$ ". Sowohl in einem Kessel der ersten als der letzten Art werden 600—1000 Mark Legirung auf einmal behandelt. Die Kessel auf der Ockerhütte am Unterharze bestehen aus Sanitätsgut der Berliner (Charlottenburger) Königl. Fabrik. Sie haben die Form eines bauchigen Kruges von etwa 14" Höhe incl. 2" Halshöhe, und es werden 40 Mark Legirung darin eingetragen. Aeußerlich sind sie mit einem Flechtwerk von Eisendraht versehen und mit einem feuerfesten Kitt überzogen, welcher aus 1 Gwthl. Hammer Schlag und 2 Gwthln. Thon (mit Essig zu einem Teig zusammengesetzt) besteht. Zur ferneren Sicherung gegen Beschädigung sind am Halse und Boden ringförmige eiserne Rahmen angebracht, durch 4 senkrechte, am Bauche anliegende eiserne Stäbe gehalten und mit einander verbunden. Das so armirte Gefäß wird in einen gusseisernen Kessel eingehängt, so dass sich die Wände beider Gefäße möglichst nahe stehen, ohne jedoch einander zu berühren. Das Porzellangefäß ruht hierbei mit seinem oberen vorspringenden Ringrahmen auf dem Rande des eisernen Kessels, es wird durch diese Vorrichtung nicht allein vor der unmittelbaren Einwirkung der Flamme, sondern überhaupt gegen Beschädigung von außen geschützt; zugleich aber ist sein Inhalt, bei einer gleichwohl vorkommenden Schadhafthaltung des inneren Kessels, durch den äußeren gegen das Verschütten gesichert. Allerdings zieht dieser Vortheil einer doppelten Wandung einen größeren Brennmaterialaufwand nach sich, als bei einfachen metallenen Kesseln erfordert wird.

Die zur Scheidung bestimmte Legirung darf, wenn der Process möglichst vollkommen ausgeführt werden soll, nicht über 20 Procent Gold und 10 Proc. Kupfer enthalten. Zufolge der Erfahrungen der Pariser Affineurs soll die Scheidung am vortheilhaftesten und besten bei einer Legirung 72,5 Proc. Silber, 20 Proc. Gold und 7,5 Proc. Kupfer zu bewerkstelligen seyn. Häufig ist man jedoch genöthigt, Legirungen von weit geringerem Goldgehalte anzuwenden. So z. B. enthält das auf der Ockerhütte zur Scheidung kommende goldhaltige Silber nur etwa  $2\frac{1}{12}$  Proc. Gold (6 Grän in der Mark); ursprünglich beträgt der Goldgehalt desselben kaum mehr als  $\frac{1}{4}$  Proc., wird aber durch zweimaliges Behandeln der Legirung mit Schwefel und Glätte (Scheidung durch Guss und Fluss) auf jene Höhe gebracht. Ein größerer Kupfergehalt als der oben angegebene ist mit dem Nachtheil verbunden, dass sich bei der Behandlung mit Schwefelsäure zu viel ungelöstes wasserfreies schwefelsaures Kupferoxyd erzeugt, welches die schnelle und vollkommene Lösung des Silbers mechanisch beeinträchtigt. Durch einen vermehrten Schwefelsäurezusatz kann dieser Uebelstand zwar beseitigt werden, indem sich jenes Salz in einer größeren Menge Schwefelsäure auflöst, allein die Oekonomie des Processes leidet darunter in mehrfacher Hinsicht.

In der Regel wird die zu scheidende Legirung in der Form von Granalien, seltener von Barren oder Planchen angewandt. Granalien bieten der Einwirkung der Schwefelsäure natürlich mehr Oberfläche

dar als grössere Stücke und werden daher schneller gelöst, man darf aber von ersteren keine so grosse Gewichtsmenge in die Scheidegefäße bringen als von letzteren, wodurch jener Vortheil theilweise wieder gehoben wird. Bei der Anwendung von Granalien bilden sich nämlich, wenn sie während ihrer Behandlung in den Scheidegefäßen nicht fleißig umgerührt werden, leicht Ansätze von silberhaltigem Golde an den Wänden — besonders an dem Boden — der Gefäße, deren Hinwegschaffung oft mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist und nicht selten eine Beschädigung der Gefäße veranlasst.

Die Gewichtsmenge der für ein Scheidegefäß bestimmten Legirung ist aber, wie wir gleich sehen werden, außerdem noch von dem Goldgehalte und Kupfergehalte derselben abhängig.

Die zur Scheidung dienende Schwefelsäure muss, besonders wenn die Scheidung in Platin- oder Eisengefäßen geschieht, den höchsten Grad der Concentration — 1,848 specif. Gew. = 66° Beaumé — besitzen. Dies ist aus folgenden Gründen nothwendig. 1) Das schwefelsaure Silberoxyd ist in concentrirter Schwefelsäure löslicher, als in verdünnter. 2) Gusseisen wird von concentrirter Schwefelsäure und unter Luftabschluss nicht, wohl aber von verdünnter Schwefelsäure angegriffen (s. Affiniren). 3) Bei einer Schwefelsäure von 1,848 specif. Gewicht ist man sicher gestellt, dass dieselbe weder Salzsäure noch Salpetersäure enthält, also das Platin nicht angreifen kann. Von solcher Schwefelsäure ( $\text{HO} \cdot \text{SO}_3$ ) werden etwa 0,6 Gwthle. zur Oxydation und Auflösung von 1 Gwthl. Silber, dagegen ungefähr 2 Gwthle. zur Oxydation und Auflösung von 1 Gwthl. Kupfer erfordert. Unter Auflösung ist jedoch hier nur die Umwandlung dieser Oxyde in schwefelsaure Salze verstanden, die theilweise Solution der letzteren in überschüssiger Säure aber noch nicht in Rechnung gebracht. Die Erfahrung hat gelehrt, dass man bei Legirungen, die wenig oder gar kein Kupfer enthalten, auf jeden Gwthl. Silber etwa  $1\frac{1}{2}$  Gwthl. Säure anwenden muss; die meisten Legirungen pflegen jedoch so kupferhaltig zu seyn, dass 2—3 Gwthle. Säure erfordert werden. Die Gewichtsmenge der in ein Scheidegefäß zu bringenden Legirung bestimmt sich nun dadurch, dass diese und die Säure zusammen keinen grösseren Raum als ungefähr  $\frac{2}{3}$  vom Inhalte jenes Gefäßes (der Helm nicht mitgerechnet) einnehmen dürfen, weil sonst leicht ein Ueberschäumen der Säure stattfinden könnte.

Die mit Legirung und Säure beschickten Kessel werden mit ihren Helmen bedeckt und mittelst gewöhnlicher Rostfeuerungen erhitzt. Anfangs kann man mit der Erhitzung ziemlich rasch steigen, besonders wenn man nicht sogleich die ganze Säurequantität, sondern nur etwa  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  derselben aufgegossen hat; die Flüssigkeit steht alsdann so niedrig im Kessel, dass nicht leicht ein Ueberwallen zu befürchten ist, und man hat in der Hinzufügung einer neuen Portion kalter Säure stets ein Mittel in der Hand, die Temperatur plötzlich zu erniedrigen. Hat sich dagegen bereits eine bedeutende Menge Silbervitriol gebildet, so erlangt die heisse Solution dadurch eine syrupartige Consistenz, welche sie zum Ueberschäumen sehr geneigt macht. Es muss daher jezt mässi- ger und mit grösserer Vorsicht gefeuert und der Stand der Solution im Kessel öfter untersucht werden. Dies geschieht mittelst eines eisernen Rührspatels, den man durch eine im Helme oder dessen Nähe angebrachte, gut verschließbare Oeffnung einführt. Durch dieselbe Oeff-

nung und mittelst desselben Spatels werden die Granalien von Zeit zu Zeit umgerührt, um neue Angriffspunkte für die Säure bloß zu legen und die Bildung der bereits gedachten Ansätze möglichst zu verhindern. Erst wenn die heftige Gasentwicklung vorüber ist, werden die letzten Portionen der bis dahin zurückgehaltenen Säure hinzugefügt. Das Hinzugießen von kalter Säure und die dadurch verursachte Abkühlung der Solution hat zugleich eine plötzliche Ausscheidung von Silbervitriol (der in der kochend heißen Säure bedeutend löslicher ist, als in der kälteren) zur Folge, welcher Niederschlag die in der Flüssigkeit aufgeschwemmten feinen Goldpartikel umhüllt und zu Boden reißt. Dieses Klärungsmittels bedient man sich daher auch nach der Beendigung des Processes, wenn die Auflösung vom Goldrückstande abgegossen werden soll; dasselbe wirkt in noch höherem Grade, wenn man, anstatt concentrirter Säure, von 66° Beaumé, eine etwas verdünnte Säure, von etwa 55° B., hierzu anwendet. Der Silbervitriol ist nämlich in verdünnter Säure weniger löslich, als in concentrirter. Die während dieser ganzen Behandlung sich entwickelnden Dämpfe von schwefliger Säure und Schwefelsäure werden aus jedem Gefäße durch den Retortenhals zuerst in eine bleierne Vorlage und von hier aus in eine gut ziehende Esse geleitet. In ersterer ist Wasser vorgeschlagen, welches die Schwefelsäuredämpfe fast vollständig absorhirt. Die schweflige Säure läßt man gewöhnlich entweichen oder man sucht sie, um die umliegende Gegend vor den schädlichen Einwirkungen derselben möglichst zu bewahren, durch Kalkbrei oder trockenes Kalkhydrat zu absorbiren. Die hierzu angewendeten Apparate gleichen denen, welche zur Reinigung des Leuchtgases gebraucht werden. In den am vollkommensten eingerichteten Affiniranstalten (wie z. B. in der des Poizat in der Nähe von Paris) benutzt man dagegen die schweflige Säure zur Schwefelsäure-Fabrication.

Nach 8—12 Stunden pflegt der Lösungsprocess beendet zu seyn; doch ist die Dauer desselben nicht bloß von der Menge, sondern auch von der Zusammensetzung der Legirung, so wie von der Art der Scheidungsgefäße und der Leitung der Feuerung abhängig, in Bezug auf welche letztere man in verschiedenen Affiniranstalten verschiedene Principien befolgt. Die etwas abgekühlte und vollkommen geklärte Solution wird nun in eine bleierne Pfanne, die Fällpfanne, vorsichtig abgegossen, welche bereits zuvor bis zu einem Drittel ihrer Höhe mit kaltem Wasser angefüllt wurde. Wollte man sich hierzu erwärmten Wassers bedienen, so würde sich dieses mit der Schwefelsäure so stark erhitzen, dass ein plötzliches Umherschleudern der Solution zu befürchten wäre. Das im Kessel zurückbleibende Gold, welches nicht allein mechanisch eingemengten Silbervitriol enthält, sondern auch gewöhnlich noch nicht ganz silberfrei ist, wird mit einer neuen Portion Schwefelsäure gekocht und darauf die Lösung abgegossen, welche Behandlung man einige Male wiederholt. Die abgegossene, nur wenig Silber enthaltende Säure kommt nicht in die Fällpfanne, sondern wird zur Auflösung bei einem späteren Scheidungsprocesse angewendet. Der jetzt vollkommen von seinem Silbergehalte befreite Goldrückstand wird mit einer Portion kalten Wassers plötzlich übergossen und zuerst im Kessel, nachher in einer besonderen Auswaschungsrichtung, von aller anhängenden Säure befreit. Zuletzt wird das Gold durch Erwärmung getrocknet und in einem Graphittiegel eingeschmolzen.

Die Nacharbeiten bei dieser Goldscheidung bestehen in der Ausfällung des Silbers aus der in der Fällpfanne befindlichen Solution und in der Gewinnung des gebildeten Kupfervitriols.

Die Solution in der Fällpfanne wird mit so vielem Wasser verdünnt, dass sie 15—25° am Beaumé'schen Aräometer zeigt. Bei größerer Concentration wird das Silber durch Kupfer nicht vollständig ausgefällt, bei geringerer Concentration dauert der Ausfällungsprocess zu lange. Auf 100 Gwtble. Silber der Solution werden etwa 30 Gewichtsheile metallisches Kupfer in die Pfanne gebracht. Man erhitzt jetzt die Solution bis zum Kochen und rührt fleißig mit einem Holzstabe um, damit sich Silber und Kupfer nicht zu fest auf den Pfannenboden legen; an Stellen, wo dies nicht verhindert wurde, steigt die Temperatur des Bleies leicht bis zum Schmelzpunkte desselben. Giebt eine Probe der so behandelten Solution mit Kochsalzlösung keine Trübung mehr, so ist die Fällung beendet. Die kupferhaltige Flüssigkeit bringt man darauf mittelst eines Hebers entweder sogleich in die Vitriolsiedepfanne oder in ein hölzernes, mit Bleiplatten ausgelegtes Reservoir, worin sie bis zur Versiedung aufbewahrt wird. Das ausgefällte Silber wird durch Abstreichen und Abpinseln möglichst vollständig von dem noch ungelösten Kupfer getrennt und mit Hülfe kupferner Kellen in den Auswaschungs-Apparat gebracht. Dieser besteht aus zwei kupfernen Sieben, von denen das eine, kleinere, in das andere eingesetzt ist, und zwischen deren Böden sich Lagen von Fließpapier, Leinwand oder dergleichen befinden. Das Auswaschen geschieht mittelst heißen Wassers; es wird für beendet angesehen, wenn das Waschwasser mit Ammoniak keine Spur einer blauen Färbung zeigt. Darauf wird das Silber getrocknet und eingeschmolzen.

Die Kupfervitriollauge concentrirt man in der Siedepfanne zu 32 bis 34° Beaumé, und bringt sie alsdann in die Krystallisationsgefäße. Die hierbei zurückbleibende Mutterlauge wird zu 36° B. eingedampft und abermals zum Krystallisiren hingestellt, worauf dieselbe fast aus reiner verdünnter Schwefelsäure besteht, welche in Bleipfannen bis 56° B. und dann gewöhnlich in den offenen Scheidegefäßen bis 66° B. concentrirt wird, in welchem Zustande sie wieder zur Scheidung anwendbar ist.

Durch die Goldscheidung mittelst Schwefelsäure wird das Gold nicht allein reiner und vollständiger, sondern auch bedeutend wohlfeiler ausgebracht, als durch die mittelst Salpetersäure. Die Anwendung der ersteren Scheidungsart hat es möglich gemacht, kupferhaltiges Silber mit einem Goldgehalte von  $\frac{1}{12}$ — $\frac{1}{20}$  Procent, wenn auch nicht mit erheblichem Vortheil, doch jedenfalls unter Deckung der Scheidungskosten zu affiniren.

Th. S.

**Goldschlägerhaut.** Baudruche, gold-beaters skin, ist die äußere feine Haut des Blinddarmes vom Rinde, welche in nachbeschriebener Weise behandelt vorzüglich von den Goldschlägern am Ende ihrer Arbeit als Zwischenlage zwischen die bekannten dünnen Goldblättchen, wenn dieselben schon sehr dünn sind, benutzt wird. Nachdem das Häutchen mit möglichster Vorsicht, um das Zerreißen zu verhindern, von den übrigen Häuten des Blinddarmes abgezogen worden ist, legt man es zwischen zwei Blätter weißes Papier, schichtet mehrere solcher Lagen auf einander und bearbeitet sie mit einem fla-

chen Holzhammer, wodurch Fett und Feuchtigkeit aus dem Häutchen ausgepresst werden. Hieranleimt man sie am besten in einen Rahmen und überzieht sie von beiden Seiten mit Hausenblasenlösung in Wein, mit dem man Zimmt, Muskatnüsse u. dgl. digerirt hat, was nur zur Abhaltung der Insekten von den Häutchen dienen zu sollen scheint. Die Häutchen werden nach dem Trocknen beschnitten und unter einer Presse aufbewahrt. Sie sind sehr hygroskopisch und müssen deshalb vor jedesmaligem Gebrauch in der Wärme getrocknet werden. Durch das Schlagen beim Goldschlagen werden sie hart und spröde. Um sie lange gebrauchen zu können, pflegt man sie, sowie das zu demselben Zweck benutzte Pergament zwischen mit Essig befeuchtetes Papier zu legen, 3—4 Stunden zusammengepresst Feuchtigkeit anziehen zu lassen und dann zwischen Pergamentstücke gepackt zu hämmern. V.

Goldschwefel s. Antimonpersulfid. Bd. I. S. 431.

Goldstickstoff, scheidet sich nach Grove als schwarzer Niederschlag von 10,3 specif. Gew. an dem durch Platin gebildeten negativen Pole ab, wenn man ein Gemisch von Salmiak- und Goldchloridlösung durch den galvanischen Strom zersetzt. Die Zusammensetzung wurde nicht genau ermittelt.

Goldulfid. *Sulfidum auricum*, Goldsesquisulfuret,  $Au_2S_3$  wird als schwarzer Niederschlag erhalten, wenn man in verdünnte Goldchloridlösung bei gewöhnlicher Temperatur Schwefelwasserstoff leitet. Auf trockenem Wege kann man es bereiten durch Zusammenschmelzen von fünffach Schwefelkalium mit überschüssigem feinvertheiltem Golde, Lösen des gebildeten Schwefelkaliumgoldes in Wasser und Fällen des Schwefelgoldes durch Uebersättigen mit verdünnter Säure, wodurch es als flockige dunkelgelbe Masse niedergeschlagen wird, die sich beim Trocknen noch dunkler färbt. Schon bei schwachem Erhitzen verflüchtigt sich der Schwefel und reines Gold bleibt zurück. Durch Chlorgas wird es bei mäßiger Erwärmung in Chlorschwefel und metallisches Gold zerlegt. Es verbindet sich mit den alkalischen Sulfureten zu in Wasser löslichen Doppelsalzen, weshalb das Gold auch nur aus sauren Lösungen durch Schwefelwasserstoff vollständig gefällt wird. Das Goldulfid löst sich mit Leichtigkeit in Schwefelkaliumlösung, in Kalilauge theilweise mit Hinterlassung von metallischem Gold und Bildung von unterschwefeligsurem Kali. Auch mit den Sulfiden von Kohle, Arsen, Tellur, Molybdän und Wolfram geht es in Wasser nicht unlösliche Verbindungen ein und verhält sich in diesen als Schwefelbasis, s. Kohlenulfid-Goldsesquisulfuret ff.

Goldulfid-Kaliumsulfuret Kaliumsulfurat, bildet sich beim Schmelzen von Gold mit Kalischwefelleber, durch Lösen von Schwefelgold in erhitzter Schwefelkaliumlösung oder in Kalilauge, oder durch Kochen von feinertheiltem Gold mit Schwefel und Schwefelkalium (oder kaustischem oder kohlenurem Kali). Man erhält rothgelbe Lösungen, woraus Säuren Goldulfid fällen.

Schwefelnatrium und Schwefelammonium bilden entsprechende Verbindungen.

Goldsulfoeyanid. Goldrhodanit,  $Au_2.3C_2NS_2$ , ist ein fleischrother Niederschlag, der sich bildet, wenn man in eine Gold-