

Fig. 1.

4. Ausgangsmaterialien.

Man muß hier unterscheiden zwischen „eigentlichen Golderzen“, bei denen also der Wert des darin enthaltenen Goldes den der übrigen gewinnbaren Metalle überwiegt, und „goldhaltigen“ Erzen anderer Metalle, in denen das Gold nur einen akzessorischen Bestandteil bildet; zu diesen gehören in erster Linie fast alle sulfidischen Kupfererze, ferner die meisten Silber-, Blei-, Arsen- und Antimonerze, doch können auch andere in Betracht kommen. Bei ihrer Verarbeitung sammelt sich das Gold (meist zusammen mit etwa vorhandenem Silber) in gewissen Zwischenprodukten an, die dann als Ausgangsmaterial für die Goldgewinnung dienen. So stammt z. B. das in Deutschland aus Erzen gewonnene Gold ausschließlich aus derartigen Zwischenprodukten.

Als drittes Ausgangsmaterial kommen die goldhaltigen Abfälle von der Edelmetallverarbeitung (Edelmetallkrätzen, -legierungsabfälle, photographische Papiere usw.) in Betracht, die meist sehr reich sind und deren Verarbeitung in den sog. Scheideanstalten erfolgt.

Der Goldgehalt der goldführenden Schichten und Gesteine ist meist außerordentlich gering; man rechnet mit einem durchschnittlichen Gehalt der eigent-

lichen Golderze von 10 g/t (= 0,001%), doch gibt es Methoden, die noch ein Erz mit bis herab zu 0,08 g/t als abbauwürdig erscheinen lassen. Schichten mit 100 g/t gelten schon als sehr reich. In anderen als den eigentlichen Golderzen ist das gelbe Metall häufig nach den gebräuchlichen Methoden nicht oder kaum nachweisbar; es wird dann auch nicht bezahlt, trotzdem findet man schließlich einen großen Teil davon in den als Sammler dienenden Zwischenprodukten.

Die meist außerordentlich niedrigen Edelmetallgehalte in Erzen und den meisten Zwischenprodukten gibt man nicht in Prozenten an, sondern in Deutschland in Gramm je metrische Tonne (g/t) oder in Gramm je 100 kg (g % kg): 1 g/t = 0,0001%, 1 g % kg = 0,001%. In den Vereinigten Staaten rechnet man mit Troy Unzen je short ton (von 907,2 kg): 1 oz./sh.t = 34,3 g/t = 0,00343%. In England und den englischen Kolonien, wo die long ton (= 1016,0 kg) gilt, ist 1 oz./lg.t = 30,61 g/t = 0,00306%. Außerdem trifft man noch in den Vereinigten Staaten und Kanada auf die Rechnung in Dollars je ton (1 \$/sh.t = 1,715 g/t = 0,00017%, 1 Unze Gold zu \$ 20 gerechnet), in England, Südafrika und Australien in Pennyweights je long ton (1 dwt/lgt = 1,53 g/t = 0,000153%)¹). Auch bei reichen Legierungen rechnet man selten in Prozenten, sondern in Tausendteilen „Feingehalt“, d. h. $\frac{1}{1000}$ „fein“ oder „Feingehalt“ = $\frac{1}{10}$ ‰ (Au oder Ag).

Goldverbindungen mit Nichtmetallen sind in der Natur zwar nicht gerade selten, soweit Gold überhaupt vorkommt, doch tritt ihre Menge gegenüber dem gediegen vorkommenden Gold sehr stark in den Hintergrund (eine Ausnahme macht z. B. Kalgoorlie mit seinem starken Vorkommen von Tellurgold). In den weitaus meisten Fällen liegt es also in gediegenem Zustande vor, und zwar primär entweder als sog. „Frei-“ oder „Berggold“, d. h. in mehr oder weniger reinem Zustande in Form von Blättchen, Draht, Dendriten usw. in die Gangart (Quarz, daneben auch archaische Schiefer und Eruptivgesteine) eingesprengt; oder „vererzt“, d. h. in innigster Mischung mit anderen, meist Schwefel- oder Arsenmineralien. Freigold ist stets legiert mit Silber, daneben häufig noch mit Kupfer und Eisen, seltener mit Quecksilber, Platin und anderen Platinmetallen (Au-Gehalt im allgemeinen 80 bis 95%, doch auch bis 50% herab). Vererzt ist Gold häufiger Begleiter von Pyrit, in geringerem Maße von Bleiglanz, Kupferkies, Antimonglanz, Zinkblende, Rotgiltigerz usw.; auch Arsenkies und viele Silbererze enthalten häufig kleine Mengen vererzten Goldes. In dem auf trockenem Wege gewonnenen Blei, Kupfer und Wismut ist es stets festzustellen, dagegen nicht immer im Zink.

Außer in gediegenem Zustande bzw. als Legierung kommt Gold nur noch in chemischer Verbindung mit Tellur und Selen vor, z. B. als Sylvanit, (Au, Ag)Te₄ mit 24,2% Au, 13,3% Ag; Krennerit (Au, Ag)Te₂ mit 39,5% Au, 3,1% Ag; Nagyagit Pb_xAu_y(Te, Sb, S)_z mit 6 bis 13% Au und andere. Über die Zusammensetzung von Selengold ist erst sehr wenig bekannt.

Die Lagerstätten der eigentlichen Golderze sind entweder primär (Kon-taktlagerstätten, Lager und Gänge, engl. primary deposits) oder sekundär

¹) Da naturgemäß die meisten Veröffentlichungen über Goldvorkommen und -gewinnung in englischer Sprache abgefaßt sind und sich auf die Verhältnisse in den Vereinigten Staaten oder englischen Kolonien bzw. deren Tributärstaaten beziehen, so ist es notwendig, sich auch mit den englischen und amerikanischen Gehaltsangaben vertraut zu machen.

(Seifen, engl. placers). Letztere bilden ein angereichertes Produkt der natürlichen Aufbereitung des goldführenden Muttergesteins und enthalten Gold in Gestalt meist rund geschleuerter Körner (engl. nuggets) von viele Kilogramm schweren Klumpen¹⁾ bis herab zu den feinsten Flittern; daneben enthalten sie aber auch noch nicht vollkommen freigelegte, mit dem Muttergestein verwachsene oder vererzte Partikeln. Sie bestehen je nach dem geologischen Alter aus mehr oder weniger losen oder verfestigten (Randdistrikt!) Geröllen und Sanden (Alluvionen, Konglomerate), die von heute noch existierenden oder längst verschwundenen Flußläufen angeschwemmt wurden und unter Umständen von anderen, geologisch jüngeren Schichten bis zu bedeutender Mächtigkeit bedeckt sein können. Die Gangart ist meistens stark sauer.

5. Für die Gewinnung wichtigste Eigenschaften des Goldes und seiner Verbindungen.

a) Metallisches Gold und seine Legierungen.

Spez. Gewicht: 19,3. Das hohe Volumgewicht ermöglicht eine weitgehende (natürliche oder künstliche) nasse Aufbereitung.

Schmelzp.: 1063°.

Siedep.: ca. 2600°. Trotzdem findet schon bei weit niedrigeren Temperaturen zweifellos Verflüchtigung statt, so z. B. beim Abtreiben von Auhaltigem Blei. Die Menge des verflüchtigten Goldes ist nicht nur von der Temperatur und der Zeit, sondern auch von gleichzeitig anwesenden Verunreinigungen und den das Bad bedeckenden Gasen abhängig. Außer flüchtigen Metallen wirken manche, deren Siedepunkt weit höher als die angewandten Temperaturen liegt, wie z. B. Cu und Pt, ungünstig; schon beim Umschmelzen einer Au-Cu-Legierung konnte ein Verdampfungsverlust festgestellt werden, ja, Cu wirkt sogar stärker als Pb.

Reines Gold beginnt schon bei 1075°, wenn auch ganz minimal, zu verdampfen; bei 1250° ist der Verdampfungsverlust schon viermal so groß wie bei 1100° (0,08% in 30 Min.); bei Anwesenheit von 5% Sb oder Hg stieg die Verdampfung bei 1250° auf 0,2%; Te soll unterhalb 1100° trotz seiner großen Flüchtigkeit noch keine Erhöhung der Verdampfung bewirken (die beim Verschmelzen von Te-Erzen beobachteten Verluste sind daher jedenfalls auf mechanisch mitgerissenes Gold oder auf Einsickern der sehr dünnflüssigen Au-Te-Legierung in die Herdsohle zurückzuführen).

Die Legierbarkeit mit anderen Metallen ist meist gut, ermöglicht eine weitgehende Anreicherung in diesen und wird daher häufig zum Zwecke der Gewinnung benutzt. Häufig bilden sich intermetallische Verbindungen.

Von reinem Quecksilber wird Gold sehr leicht unter starker Erhöhung des Schmelzpunktes jenes Metalles zu einem „Amalgam“ gelöst.

Au und Hg bilden eine feste Lösung mit bis 14,8% Hg, außerdem 2 Verbindungen: Au₂Hg, Schmelzp. 490°, und Au₂Hg₅; eine 3. Verbindung, AuHg₄, ist wahrscheinlich; Au₂Hg bildet mit Au bzw. Au-Hg-Mischkristallen ein Eutektikum mit 24,7% Hg, Schmelzp. 390° (Fig. 1a).

¹⁾ Der größte je gefundene Klumpen wog 83 kg.

Die Abscheidung von Quecksilber kann bis zu 34% durch Abpressen in Leinen- oder Lederbeuteln erfolgen, weitere Trennung durch Abdestillieren. Die

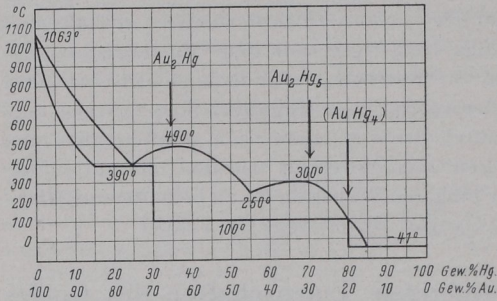


Fig. 1 a. Zustandsschaubild der Au-Hg-Legierungen. (Nach Braley und Schneider.)

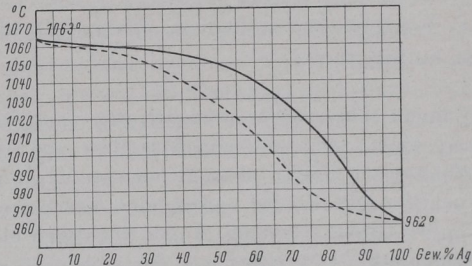


Fig. 2. Zustandsschaubild der Au-Ag-Legierungen. (Aus W. Laatsch, Edelmetalle.)

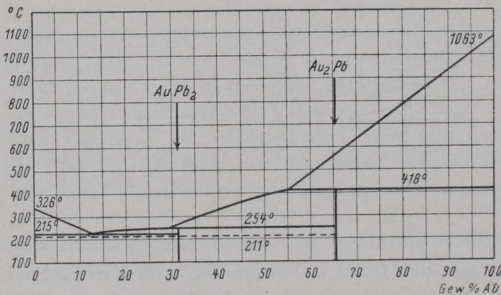


Fig. 3. Zustandsschaubild der Au-Pb-Legierungen. (Nach R. Vogel.)

erfolgt auf Grund des verschiedenen Verhaltens der Metalle beim Erhitzen an der Luft, wobei Blei oxydiert, während Gold (und Silber) nicht angegriffen wird: „Treibarbeit“ vgl. Kap. Silber.

Aufnahmefähigkeit für Edelmetalle wird durch einen Gehalt an solchen erhöht (Versilbern der amalgamierten Kupferplatten vgl. später). Infolge des hohen Lösevermögens und der leichten Wiedergewinnbarkeit ist Quecksilber eines der wichtigsten Lösungsmittel für Gold.

Mit Silber bildet Gold in allen Verhältnissen in festem und flüssigem Zustand Lösungen (ununterbrochene Reihe von Mischkristallen, Fig. 2). Die Farbe des Goldes wird durch einen Silberzusatz stark aufgehellt, eine Legierung mit 44% Au, 56% Ag ist bereits rein weiß. Beide Metalle gehen bei fast allen Schmelzprozessen zusammen.

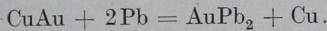
Mit Blei bildet Gold zwei Verbindungen: Au_2Pb und $AuPb_2$, außerdem ein Eutektikum von $AuPb_2$ mit Pb, das 85% Pb¹⁾ enthält und bei 215° schmilzt (Fig. 3). Blei dient als „Sammler“ für Edelmetalle, d. h. diese sammeln sich beim Verschmelzen gold- und silberhaltiger Produkte in Anwesenheit von Blei in ihm an: „Verbleien“, „Einträtkarbeit“ (wichtigste Verfahren zur Gewinnung auf trockenem Wege). Die Trennung vom Blei

¹⁾ In Fig. 3 ist der eutektische Punkt etwas nach der Bleiseite verschoben.

Kupfer ist ebenfalls ein Sammler für Gold.

Beide Metalle bilden eine lückenlose Reihe von Mischkristallen mit einem Minimum des Schmelzpunktes bei 875° (82% Au). Diese gehen beim langsamen Abkühlen in festem Zustande in die Verbindungen CuAu und Cu_3Au über, die mit den reinen Komponenten (und unter sich?) Mischkristalle bilden (Fig. 4); die Existenz der Verbindung CuAu steht noch nicht einwandfrei fest.

Bei Anwesenheit von Blei und Kupfer vereinigt sich Gold in erster Linie mit Blei:



Hierauf beruht die Möglichkeit der „Verbleiung“ goldhaltigen Kupfers.

Mit met. Zink verbindet sich Gold noch leichter als mit Blei.

Nach neuesten Untersuchungen existieren drei Verbindungen: Au_3Zn , das sich bei ca. 420° aus der festen Phase ausscheidet und bei weiterer Abkühlung wieder zerfällt; AuZn (Schmelzp. 744°) bildet mit Au ein Eutektikum mit ca. 15% Zn (Schmelzp. 670°), sehr stabil; AuZn_3 scheidet sich bei ca. 500° aus der festen Phase aus und verhält sich ähnlich wie Au_3Zn .

Beim Eintränken von Zink in Au-haltiges Blei (vgl. „Zinkentsilberung“ der Silbergewinnung) geht das Gold an das Zink, und zwar (im Gegensatz zum Silber), noch bevor das Blei an Zink gesättigt ist. Die Trennung von Gold und Zink kann durch Abdestillieren dieses Metalles erfolgen.

Auch in Sulfiden, so vor allem im Kuperstein, ist Gold in met. Form leicht löslich, wird aber bei Berührung mit Blei von diesem aufgenommen (Verwendung von Stein als Sammler für Gold, das durch „Verbleien“ in eine Au-Pb-Legierung übergeführt werden kann).

Verhalten gegenüber Lösungsmitteln. Alkalicyanide (Cyankali, KCN oder KCy , und Cyannatrium, NaCN oder NaCy) lösen Gold glatt auf zu Doppelcyaniden verschiedener Zusammensetzung, deren wichtigstes das in Wasser lösliche Kalium-Gold-Cyanid, $\text{KAu}(\text{CN})_2$, ist. Näheres über die Vorgänge bei diesem heute wichtigsten Laugeverfahren vgl. „Cyanlaugung“ (S. 20).

Das außerdem hervorragendste Lösungsmittel ist Chlorgas. In Berührung mit ihm bildet sich das sehr leicht in Wasser lösliche Goldtrichlorid (AuCl_3). Hierauf beruht auch die Löslichkeit des Goldes in Königswasser, das ja freies Chlor gelöst enthält, und die Gewinnung des Goldes durch Behandeln des feuchten Erzes mit Chlorgas (vgl. Chloration, S. 53).

Von untergeordneter Bedeutung ist die geringe Löslichkeit in wässriger Lösung von Alkalithiosulfat, z. B. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, zu dem Doppelsalz

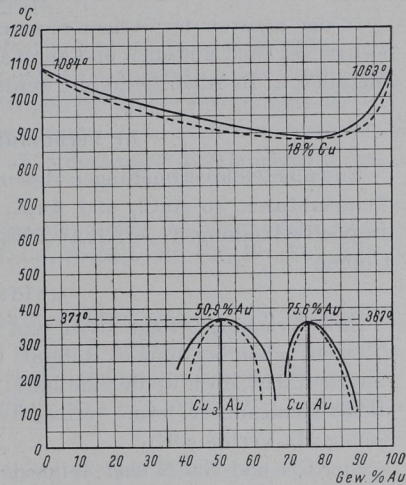
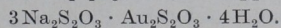


Fig. 4. Zustandsschaubild der Au-Cu-Legierungen.
(Nach Sterner-Rainer.)