

Über die Löslichkeit feinverteilten Goldes in Ferrocyankaliumlösungen

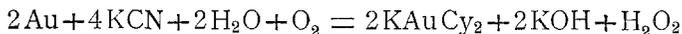
von

Dr. Ernst Beutel.

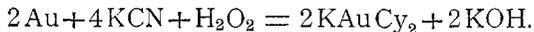
(Vorgelegt in der Sitzung am 9. Juni 1910.)

Die Löslichkeit des metallischen Goldes in Cyankaliumlösungen wurde schon in der ersten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zur Herstellung von Goldbädern benützt¹ und hat seit der Einführung der Cyanidlaugerei durch Mc. Arthur und die Gebrüder Forrest eine hervorragende technische Bedeutung gewonnen.

Nachdem mehrere Forscher eine Erklärung des Vorganges zu geben versucht hatten, gelang es Bodländer² eine befriedigende Lösung des Problems zu finden, indem er für den sich bei der Auflösung des metallischen Goldes abspielenden Prozeß die folgenden Gleichungen aufstellte:



und



Es erschien nun aus verschiedenen Gründen nicht uninteressant zu erforschen, ob sich metallisches Gold auch in Lösungen von gelbem Blutlaugensalz aufzulösen imstande ist und welche Vorgänge sich hierbei abspielen.

¹ Vergleiche: »Die Operationen, Manipulationen und Gerätschaften der Elektrochemie«. Aus dem Französischen von F. Harzer 1849, Weimar, Voigt, p. 124 f. Hänle: »Galvanoepikalymmatik«, Lahr, Geiger 1857, p. 27.

² Bodländer, »Chemie des Cyanidverfahrens«. Zeitschr. für angew. Chemie, 1896, p. 583.

Zur Erlangung feinverteilten Goldes wurden 50 cm^3 einer Lösung von Goldchlorwasserstoffsäure mit einem Goldgehalt von 0.00472 g pro 1 cm^3 mit Ferrosulfat quantitativ gefällt, der Goldniederschlag durch Dekantation mit heißem Wasser gründlich gewaschen, die Waschwässer durch ein Filter gegossen, dieses verascht und das auf demselben befindliche Gold mit der Hauptmenge des Niederschlages vereint. Das feinverteilte Gold im Gewichte von 0.2360 g wurde nun in einem Erlenmeyer-Kolben mit 50 cm^3 einer $\frac{1}{10}$ normalen Kaliumferrocyanidlösung (0.33705 g) und 100 cm^3 Wasser am Rückflußkühler durch 20 Stunden gekocht, indem von Zeit zu Zeit ein lebhafter Strom Sauerstoff durchgeblasen wurde. Bereits nach kurzer Zeit war das Auftreten eines feinpulverigen, gelbbraunen Niederschlages von Eisenhydroxyd zu bemerken, jedoch waren selbst nach 20stündigem Kochen noch ziemliche Mengen feinverteilten Goldes vorhanden. Die Trennung desselben vom Eisenhydroxyd wurde in der Art bewirkt, daß der abfiltrierte und gründlich gewaschene Niederschlag mit heißer, verdünnter Schwefelsäure digeriert wurde. Das Eisenhydroxyd löste sich hierbei vollständig auf, das Ferrisulfat wurde durch Zink reduziert und das entstandene Ferrosulfat mit Kaliumpermanganatlösung ($1 \text{ cm}^3 = 0.0005401 \text{ g}$ Eisen) titriert. Der verbrauchten Menge von 19.95 cm^3 entsprechen 0.0107 g Eisen.

Das zurückgebliebene Gold wurde in Königswasser gelöst und aus dieser Lösung mit Ferrosulfat gefällt. Da seine Menge 0.1388 g betrug, waren 0.0972 g (zirka 41%) Gold durch das Ferrocyanium gelöst worden.

Diese Lösung L_1 reagierte deutlich alkalisch und hatte die Farbe einer sehr verdünnten Ferrocyaniumlösung, von dem sie in der Tat noch unzersetzte Anteile enthielt. Eisen und Ferricyanionen waren abwesend, Schwefeldioxyd gab keine Fällung von metallischem Gold. Dieses befand sich als Kaliumgoldcyanid in der Lösung und konnte aus ihr durch Erwärmen mit verdünnten Säuren zunächst in Form von Goldcyanür gefällt werden. Mit Schwefelsäure eingedampft, verblieb nach der Zerstörung des überschüssigen Ferrocyaniums ein Gemisch von Kaliumsulfat, Ferrisulfat und metallischem Gold.

Eine unter denselben Bedingungen parallel aufgestellte Ferrocyanidkaliumlösung gleicher Konzentration hatte keinen Eisenhydroxydniederschlag gebildet.

Der Vorgang der Goldauflösung kann erstens unter Bildung von Kaliumaurocyanid und zweitens unter Bildung von Kaliumauricyanid erfolgen. Die Bildung des Kaliumauricyanids könnte dann durch die Endgleichung

$$3\text{Au} + \text{K}_4\text{FeCy}_6 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 3\text{KAuCy}_2 + \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{KOH},$$
 jene des Kaliumaurocyanids durch die Endgleichung

$$3\text{Au} + 2\text{K}_4\text{FeCy}_6 + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{O}_2 = 3\text{KAuCy}_4 + 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 5\text{KOH}$$
 dargestellt werden.

Die im vorliegenden Falle aufgelöste Goldmenge würde nach der ersten Gleichung einen Eisenhydroxydniederschlag mit einem Eisengehalt von 0·00918 g, nach der zweiten Gleichung von 0·01835 g bewirken. Die tatsächlich gefundene Eisenmenge von 0·0107 g liegt der zuerst angeführten Menge bedeutend näher, weshalb anzunehmen ist, daß sich selbst bei lang andauerndem Kochen von feinverteiltem Gold mit sehr verdünnten Ferrocyanidkaliumlösungen zunächst Kaliumaurocyanid bildet.

Um nun auch über die Löslichkeit des metallischen Goldes in kalten Ferrocyanidkaliumlösungen ein Bild zu gewinnen, wurden 0·2499 g durch schwefelige Säure gefälltes, feinverteiltes Gold mit einer zehnpromzentigen Lösung von gelbem Blutlaugensalz übergossen und durch zirka 8 Wochen beobachtet. Der schwere dunkelfarbene Goldniederschlag verschwand immer mehr und mehr und an seine Stelle trat ein rotbrauner Niederschlag von Eisenhydroxyd. Die abfiltrierte, schwach alkalische Lösung zeigte die gleichen Reaktionen wie L_1 , der Niederschlag war mit Kieselsäure (von den Becherglaswänden herrührend) verunreinigt und wog nach dem Glühen 0·0855 g. Sein Gehalt an Eisen (durch Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt) betrug 0·05281 g. Er enthielt wider Erwarten keine Spur metallischen Goldes.

Dem vollständig in Lösung gegangenen Gold (0·2499 g) entsprechen nach der ersten Gleichung 0·02359 g, nach der

zweiten 0·04718 g Eisen. Da dieser Wert dem durch die Analyse ermittelten ziemlich nahe kommt, ist die Tatsache in Erwägung zu ziehen, daß es unter Umständen (sehr langandauernde Einwirkung konzentrierterer Lösungen von Ferrocyanium in bedeutendem Überschuß) auch zur Bildung von Kaliumauricyanid kommen kann. Die intermediäre Bildung von Wasserstoffsuperoxyd ist sehr wahrscheinlich, jedoch sind die diesbezüglichen Untersuchungen noch nicht abgeschlossen.

Als Resultat der obigen Versuche ist folgendes anzuführen: 1. Feinverteiltes metallisches Gold löst sich bereits bei gewöhnlicher Temperatur in Lösungen von Ferrocyanium vollständig auf. 2. Die Auflösung erfolgt selbst bei Siedetemperatur sehr langsam und führt unter Zerspaltung des komplexen Ferrocyanions zunächst zur Bildung von Kaliumaurocyanid. 3. Das durch die Spaltung entstehende Ferroion wird durch den Luftsauerstoff oxydiert und bildet eine der in Lösung gegangenen Goldmenge entsprechende Menge Eisenhydroxyd. 4. Die Lösung erhält eine deutlich alkalische Reaktion.
