

Zeitschrift für angewandte Chemie.

1903. Heft 12.

Über die Flüchtigkeit von Gold in Gemeinschaft mit Zink.

Von K. Friedrich.

(Mitteilung aus dem Metallurg. Laboratorium
der Kgl. Bergakademie Freiberg.)

In einem in No. 262 der Zeitschrift „Die Flamme“ veröffentlichten Gutachten über die Verluste von Gold bei der Verbrennung von Leichen gelangt der Verfasser desselben, Herr Dr. L. Grünhut, unter anderem zu dem Schluß, daß es sehr wahrscheinlich sei, daß sich Gold in Gemeinschaft mit dem Zink des Sarges in wesentlichen Mengen verflüchtigen kann. Er stützt sich hierbei auf eine aus der älteren Literatur stammende Angabe von Hellot¹⁾), nach welcher eine Legierung von 1 Teil Gold auf 7 Teile Zink in starker Hitze vollständig verdampfen soll, und spricht des weiteren die Ansicht aus, daß diese Angabe in umfangreichem Maße ihre Bestätigung erhalten habe durch die Erfahrungen, welche man beim Rösten der beim Mac Arthur-Forrestprozeß fallenden Zink-Gold-Schlämme gemacht hat.

Ich möchte zunächst hierzu bemerken, daß es meines Erachtens noch keineswegs als ein vollgültiger Beweis für die Richtigkeit der Angabe von Hellot anzusehen ist, wenn beim Rösten der Zink-Gold-Schlämme größere Verluste an Gold eintreten.

Beim Mac Arthur-Forrestprozeß setzen die Cyankaliumlaugen ihre wertvolle Last auf den Zinkspänen in Form eines überaus feinen Schlammes ab. Das Gold ist also hier vorhanden in Form feinster Verteilung und zwar befindet es sich nur auf der Oberfläche des Zinks, ohne mit demselben eine innige Verbindung eingegangen zu sein. Es ist nun ohne weiteres einleuchtend, daß beim Erhitzen dieser goldbeladenen Zinkspäne es nur eines schwachen Gasstromes bedarf, um größere Mengen des trocknen, am Zink nur leicht haftenden Goldstaubes mit fortzuführen. Und diese Verluste rein mechanischer Natur treten, wie dies aus den Ausführungen des Herrn Dr. Grünhut auch zu erkennen ist, schon bei niedriger Temperatur ein, wie denn überhaupt die ganze Röstung nur bei niedriger

Temperatur ausgeführt wird. Die Angabe von Hellot aber bezieht sich auf eine Legierung von Zink und Gold, wobei Verluste der eben geschilderten Art — bei ruhiger Verdampfung des Zinks — ganz ausgeschlossen sind. Die Verdampfung von Gold aus einer Legierung mit Zink tritt nach Hellot erst bei starker Hitze ein. Es können also die Erfahrungen, welche man bei der Goldgewinnung nach dem Mac Arthur-Forrest-Prozeß gemacht hat, weder für die Angabe von Hellot, noch aber auch für die Verhältnisse bei einer Leichenverbrennung, wo ebenfalls nur eine Legierung von Gold und Zink in Frage kommen kann, ohne weiteres als beweisend herangezogen werden, und bleibt für die von Herrn Dr. Grünhut geäußerte Ansicht über die Flüchtigkeit von Gold in Gemeinschaft mit dem Zink des Sarges nur noch die Angabe von Hellot als beweiskräftig übrig.

Da nun der Ausdruck „starke Hitze“ ein recht dehnbarer Begriff ist, und ich in die Richtigkeit der Beobachtung von Hellot — wenigstens für die bei der Leichenverbrennung in Frage kommenden Temperaturen von etwa 1200 bis 1600° C. — von vornherein Zweifel setzte, so habe ich über die Flüchtigkeit von Gold aus Zink-Goldlegierungen Versuche bei verschiedenen Temperaturen angestellt. Bevor die Ergebnisse dieser Untersuchungen mitgeteilt werden, möchte ich über den Gang des hierbei eingeschlagenen Verfahrens einige Worte vorausschicken.

Es entstand zunächst die Aufgabe, Zink mit Gold zu legieren. Hierzu wurden 2 Sorten Zink und zwar „pure zinc“ bez. gewöhnliches Handelszink und Gold mit einem Feingehalt von 998 Tausendteilen verwendet. Die in Rubrik No. 2 der Tabelle eingesetzten Beträge der angewandten Goldmengen stellen bereits die unter Berücksichtigung des genannten Feingehaltes korrigierten Werte dar. Das erstgenannte Zink, welches ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. O. Brunc k verdanke, stammt von der Firma Brunner, Mond und Co. und enthält nach Angabe derselben 99,95 Proz. Zink, im übrigen Spuren von Eisen und Blei. Das gewöhnliche Handelszink ist außerdem verunreinigt mit Antimon, Arsen und Kupfer, aber vollkommen frei von Gold und Silber. In der Tabelle ist das

¹⁾ Gmelin-Kraut, Handbuch der anorganischen Chemie. 3. 1039.

„pure zinc“ als Zink I, das unreinere Zink als Zink II bezeichnet.

Anfangs versuchte man nun, Zink und Gold unter einer Decke von Holzkohlenpulver zusammenzuschmelzen. Dabei überzog sich das Zink mit einer Oxydschicht, und war man niemals sicher, ob auch wirklich beide Metalle eine Legierung eingegangen waren. Fast augenblicklich und ganz sicher aber vollzog sich die Vereinigung von Zink und Gold unter Zuhilfenahme von Cyankalium. Hierzu schmolz man in einem gepreßten Tonriegel in der Muffel bei niedriger Temperatur Cyankalium ein, gab die annähernd gewogene Menge Zink zu und setzte kurze Zeit, nachdem dasselbe eingeschmolzen war, die auf $\frac{1}{50}$ mg genau ausgewogene Menge Gold nach. Hierauf erhitzte man noch einige Minuten und löste alsdann, nachdem man den Tiegel bis zur Erstarrung der Legierung hatte abkühlen lassen, das Cyankalium mit Wasser heraus. Der frei gelegte Regulus wurde nach dem Trocknen genau gewogen, und die Differenz zwischen dem so gefundenen Gewichte und dem Goldgewichte als Zink in Rechnung gesetzt. Auf diese Weise wurden Legierungen hergestellt, in denen der Zinkgehalt das 8- bis über 21000-fache der angewandten Goldmenge betrug.

Zur Kontrolle hierfür sollten die nach der Destillation verbleibenden Könige gewogen werden, und war dies auch in einigen Fällen — und zwar bei den ersten Proben, welche in niedriger Temperatur ausgeführt wurden — möglich. Bei höheren Temperaturen jedoch versagte dieses Verfahren, da die zurückbleibende Legierung nicht als ein einziger König vorhanden war, und außerdem die einzelnen Körner in der weich gewordenen Tiegelmasse fest eingeschmolzen waren. Auf die beabsichtigte Kontrolle glaubte man aber hierbei um so eher verzichten zu können, als das Zink bei den hohen Temperaturen so weit verdampfte, daß fast nur noch reines Gold zurückblieb, was man aus der rein goldgelben Farbe der über den ganzen Scherben verteilten winzigen Körner zu schließen berechtigt war.

Um bei der Destillation der Bildung von Zinkoxyd im Scherben selbst nach Möglichkeit zu begegnen, wurden bei den Proben No. 1 bis 9 die Legierungen mit Holzkohlenpulver überdeckt. Nur bei den Proben No. 10 bis 15 nahm man hiervon Abstand.

Die Erhitzung der Proben No. 1 bis 3 und No. 5 bis 9 erfolgte in einem kleinen Gasmuffelofen, Probe 4 wurde in einem mit Koks gefeuerten Windofen ausgeführt, bei den

No.	Angewandt			Überschuß an Zink, bezogen auf die Goldmenge	Dauer der Er- hitzung Min.	Temperatur ° C.		Gewicht der Legierung nach der Destillation mg	Ausbringen an Gold mg	Verlust an Gold mg
	Gold mg	Zink I mg	Zink II g			gemessen	geschätzt			
1	179,17	—	2,7	15 fach	20	1070	—	205	179,12	0,05
2	212,66	—	4,9	23	—	1085	—	280	212,32	0,34
3	23,44	—	83,0	3 541	—	1050	—	nicht gewogen	23,28	0,16
4	1,72	—	30,0	17 442	—	120	—	6	1,71	0,01
5	179,44	—	1,452	8	—	1200	—	—	178,86	0,58
6	49,30	—	5,70	116	—	1380	—	—	48,75	0,55
7	48,90	—	8,75	179	—	bis	—	—	48,60	0,30
8	3,24	—	18,0	5 556	—	1420	—	—	3,05	0,19
9	0,88	—	18,86	21 432	—	—	—	—	0,86	0,02
10	9,01	101,0	—	11	—	3	—	—	8,92	0,09
11	1,18	14,8	—	13	—	1	—	—	1,16	0,02
12	618,05	—	4,7	8	—	6	—	—	244,48	378,57
13	37,95	—	2,66	70	—	3	—	—	19,54	18,41
14	8,28	—	6,12	739	—	10	—	—	6,01	2,27
15	44,56	520,0	—	12	—	2	—	—	23,40	21,16

Die nunmehr folgende Destillation, welche fast durchgängig in einem offenen Scherben — nur bei Probe 4 in einer geschlossenen Tute und bei den Proben 10 und 11 auf Holzkohle — erfolgte, suchte man mit Rücksicht auf die von Hellot gemachte Angabe bezüglich der Mengenverhältnisse von Gold zu Zink unter allen Umständen so weit zu treiben, daß eine Legierung zurückblieb, deren Zinkgehalt weniger als das 7-fache des angewandten Goldes ausmachte.

Proben 10 und 11 endlich brachte man das Zink vor dem Lötrohre und bei den Proben 12 bis 15 im elektrischen Lichtbogen zur Verdampfung. Die bei den Proben 5 bis 9 angegebene hohe Temperatur von 1380 bis 1420° wurde in der Weise erreicht, daß man in die mit Holzkohle ausgefüllte Muffel Sauerstoffgas einleitete.

Die Messung der Temperaturen Probe 1 bis 3 und 5 bis 9 geschah mit Hilfe des Pyrometers von Lechatelier, dessen Lötstelle,

soweit dies das Schutzrohr des Elementes gestattete, in unmittelbarer Nähe des zu erhitzen Scherbens sich befand. Bei den Proben 4 und 10 bis 15 wurde die Temperatur nur schätzungsweise angegeben.

Nachdem der Scherben abgeflammt hatte, was je nach der Menge des angewandten Zinks und nach der Höhe der Temperatur eine Minute bis $2\frac{1}{2}$ Stunde dauerte, wurde die Destillation als beendet betrachtet, und ging man nun nach Wägung des zurückgebliebenen Königs (Probe 1, 2 und 4) und nach Veraschung unverbrannter Kohlenreste (Probe 1 bis 11) zur Bestimmung des Goldgehaltes im Rückstande über. Hierzu wurde entweder der Scherben zerschlagen, sehr fein gerieben und die ganze Scherbenmasse der Ansiedeprobe unterworfen, oder man schmolz in demselben Scherben, in welchem die Destillation erfolgt war, Probierblei unter Zusatz von Borax ein. Die hierbei fallenden Bleikönige wurden in der bekannten Weise abgetrieben. Durch frühere Versuche war nun konstatiert worden, daß der Verlust an Gold beim Ansieden und Abtreiben je nach der Höhe der Temperatur und der angewandten Bleimenge für das benutzte Kapellenmaterial etwa von 0,2 bis 0,6 Proz. schwankte. Bei den vorliegenden Untersuchungen habe ich diesen Verlust zu dem niedrigen Werte von 0,2 Proz. angenommen, und ist bei den in der Zusammenstellung verzeichneten Gewichten der ausgebrachten Goldkörner diese Korrektur in entsprechendem Sinne bereits angebracht. Alles weitere ist aus der Tabelle selbst ersichtlich.

Aus vorstehenden Untersuchungen geht hervor, daß eine vollständige Verdampfung von Gold bei Gegenwart von Zink selbst bei einem sehr großen Überschuß an letzterem Metall und bei Anwendung der höchsten Temperaturen unter keinen Umständen erreicht werden konnte. Ja die Verluste bei Temperaturen bis 1500° sind so gering, daß man wohl zu dem Schlusse berechtigt sein darf, daß selbst noch bei etwas höheren Temperaturen die Gegenwart von Zink einen wesentlichen Einfluß auf die Flüchtigkeit von Gold nicht auszuüben vermag. Der Umstand, daß bei der Erhitzung im elektrischen Lichtbogen verhältnismäßig viel Gold verloren gegangen ist, läßt sich zum Teil dadurch erklären, daß das Zink mit außerordentlicher Heftigkeit verdampfte, wobei Teile des bereits gebildeten Zinkoxydes mit daran haftenden deutlich sichtbaren Goldkugelchen und Teile der Legierung selbst fortgeschleudert wurden.

Ähnliche Erscheinungen, wenn auch natürlich in viel beschränkterem Maße, wurden auch schon bei den Proben 5—11 beobachtet.

Ich bin der Ansicht, daß bei Anwendung geeigneter geschlossener Gefäße an Stelle der offenen Scherben sich die Verluste für alle Proben noch auf ein weit geringeres Maß hätten zurückführen lassen können.

Jedenfalls dürfte durch die Untersuchungen die Angabe von Hellot widerlegt und zugleich der Beweis erbracht sein, daß Gold in Gemeinschaft mit Zink bei den bei einer Leichenverbrennung im Flammofen herrschenden Temperaturen sich nur in ganz untergeordneten Mengen verflüchtigen kann. Größere Verluste an Gold sind bei Gegenwart von Zink nur dann zu befürchten, wenn das letztere mit außerordentlicher Heftigkeit verdampft, wobei Gold als solches oder in Legierung mit dem Zink mechanisch mit fortgerissen werden kann.

Zur Kenntnis der Nitrocellulose.

Von Oscar Guttmann.

Herr Professor Lunge kommt in Heft 9 dieser Zeitschrift, ein Jahr nach Veröffentlichung eines meiner Vierteljahresberichte in der Chemischen Zeitschrift, auf die darin enthaltene Kritik seiner und seiner Schüler Arbeit über Nitrocellulosen zurück.

Es ist mir vor allem unangenehm, daß Lunge, im Bestreben kurz zu sein, mich einer Unhöflichkeit zeiht. Ich soll gesagt haben, daß er „keine andere Kenntnis . . . als die durch die Literatur vermittelte zeige“. In Wirklichkeit schrieb ich: „Es muß von vorneherein bedauert werden, daß Lunge so absolut eine andere Kenntnis von Arbeiten über Nitrocellulose, als durch die Literatur verneint“. Im „allgemeinen Interesse von Wissenschaft und Industrie“ habe ich dies bedauert, weil dann Lunges Schlüsse gewiß ganz einwandfrei gewesen wären. Da Lunge aus Bescheidenheit nur meine von den seinigen abweichenden Ansichten anführt, so möchte ich zur Vermeidung von Mißverständnissen erwähnen, daß ich die Arbeit als eine „hoch bedeutende“ und „klassische“ bezeichnete, die „sich den besten würdig an die Seite stellen kann“.

Lunges Arbeit macht den Eindruck, daß er die Vorgänge bei der Erzeugung im großen auf eine systematische Basis bringen wollte, indem er die zur Erreichung der nach jeder Richtung vollkommensten Stufe erforderlichen Mittel genau untersuchte und feststellte. Wenigstens gab er selbst an¹⁾, daß seine Arbeit dazu dienen soll, um „mit Sicherheit

¹⁾ Journal of the American Chemical Society 1901, S. 543.