

Ueber ein angebliches Vorkommen gediegenen Zinns und über die spezifischen Gewichte der Zinnblei- legierungen.

Von Prof. Dr. Friedrich Nies in Hohenheim.

I.

Die Angaben über Fundorte gediegenen Zinns sind in der mineralogischen Litteratur dünn gesät, namentlich wenn man einige ältere als wohl sicher irrthümliche in Abzug bringt, welche sich auf Zinn beziehen, das offenbar bei metallurgischen Prozessen gewonnen wurde. Dahin dürften die Verzeichnungen von Cornwall und Les Pieux, Département de la Manche, als Fundorte zählen. Mit dem letzteren „Fundorte“ ist zugleich wohl identisch Cherbourg, da Les Pieux in dem Arrondissement Cherbourg gelegen sind. Auch der Fund von Ségur im Département Corrèze dürfte nur auf ein Kunstprodukt zu beziehen sein, wiewohl nicht verschwiegen werden darf, dass von der genannten Stelle auch Wismutspat als vorkommend angegeben wird, ein Mineral, welches das natürliche Zinn von Mexiko (siehe unten) begleitet.

Im Gegensatz zu diesen Zinnfunden, deren Natürlichkeit und Ursprünglichkeit anzuzweifeln sind, beziehen sich die folgenden drei Litteraturangaben auf gediegenen Zinn als auf eine durch „natürliche Prozesse entstandene Mineralspezies“:

1) R. HERMANN, Über das Vorkommen von gediegenem Zinn in den Uralschen Goldseifen (Journ. prakt. Chemie. **33**. 300. 1844). Nachdem eine erste Probe, „ein Metallkorn, aus einem weissen, duktilen Metall bestehend, dem einige Goldkörnchen anhängen,“ für Schnelllot gehalten worden war, durch welches man künstlich die Goldkörnchen zusammengelötet hätte, lieferten später zur Untersuchung kommende Proben des Waschgoldes aus Slatoust Beimengungen, welche neben Osmiridium einige grau angelaufene Körnchen enthielten, die vorwiegend aus Zinn mit einer geringen Beimischung von Blei bestanden. „Das Gold der Seifenwerke der Umgegend von Miask wird also von geringen Mengen gediegenen Zinns begleitet.“

2) A. FRENZEL, Mineralogisches (N. Jahrb. f. Min. etc. 1873. 784). Unter einem Wismutspate, der zentnerweise in ziemlich reinem Zustande aus Mexiko nach Europa geliefert wird, „fanden sich einzelne Metallblättchen, die sich unter dem Hammer ganz duktil und vor dem Lötrohre als reines Zinn erwiesen. Diese Zinnblättchen zeigen ein krystallinisch-körniges Gefüge.“ In einer späteren Mittheilung (N. Jahrb. f. Min. etc. 1873. 946) wird beigefügt, dass der betreffende Wismutspat aus einer der Minen in der Nähe der Stadt Guanajuato im Innern Mexikos stammt.

3) F. A. GENTH, Contributions to Mineralogy: Tin, and associated Minerals (Contributions from the Laboratory of the University of Pennsylvania. No. 24. 1885). Als zinnhaltig wurden Waschproben befunden, welche theils vom Aberfollflusse, 24 km von Oban in Neusüdwaales, theils vom Samflusse, einem der Quellflüsse des Clarencestromes, etwa 32 km von erstgenannter Lokalität entfernt, stammen. Das Zinn bildet unregelmässige Einzelkörner, 0,1, selten bis 1 mm gross, und körnige Aggregate. Unter der Lupe zeigen sie eine unebene Oberfläche, mitunter aber Spuren von Krystallflächen. Mit Salzsäure behandelt lösen sie sich schnell unter Entwicklung von Wasserstoff und unter Zurücklassung kleiner Blättchen von Iridosmium. „Nicht eine Spur irgend eines anderen Elements ausser Zinn konnte in der Lösung nachgewiesen werden.“ Als Begleiter des Zinns werden übereinstimmend für beide Lokalitäten Platin, Iridosmium, Gold, Kupfer, Zinnstein und Korund (besonders in der Varietät Sapphir) beschrieben.

Ausser diesen Angaben existieren nur noch zwei Arbeiten von FORBES, welche sich mit dem Vorkommen des Zinns in Bolivien beschäftigen. Durch Herrn Apotheker CLESSLER in Plieningen auf kleine Stückchen „Zinn aus Bolivien“, welche sich in seiner Sammlung vorfanden, aufmerksam gemacht, wurde ich zu der Untersuchung veranlasst, welcher der beiden im obigen unterschiedenen Kategorien, den zweifelhaften oder den sicheren Vorkommnissen von gediegenem Zinn wohl die bolivianischen Funde zuzuzählen seien.

D. FORBES, Researches on the Mineralogy of South America (The London, Edinburgh and Dublin Philos. Magazine. (4.) 29. 129 und (4.) 30. 142). Längs des ganzen Laufes des Tipuani, eines Nebenflusses des Mapiri in der Provinz La Paz, Bolivien, sind zahlreiche Goldwäschereien, theils in den vom Flusse verlassenen Altwässern, theils im Untergrunde des heutigen Flussbettes, welches man dadurch blosslegt, dass man die eine Hälfte des Wasserlaufes ab-

dämmt, um nach Erschöpfung des Detritus die andere Hälfte ebenfalls durch Abdämmung trocken zu legen. FORBES hält die Lagerstätten für die goldreichsten in Südamerika, ja vielleicht der ganzen Welt, und ihre grosse Lieferfähigkeit wird bewiesen durch die enorm lange Zeit des Abbaus: haben doch schon vor den Spaniern, welche dort seit 1581 Gold wuschen, die Indianer die Fundstellen ausgenützt. Und wenn heute der Betrieb ein weniger reger ist, so ist dies nicht auf eine Erschöpfung des Goldvorrates, sondern auf lokale Schwierigkeiten zurückzuführen, wie sie in der Beschaffung von Arbeitskräften und von ausgiebig arbeitenden Maschinen begründet sind. Etwas oberhalb des am gleichnamigen Flusse gelegenen Dorfes Tipuani wurde die Wäscherei Playa Gritada einer näheren Untersuchung unterworfen, nachdem FORBES von befreundeter Seite einige Stückchen Zinn als von dort stammend erhalten hatte. Eine Untersuchung der Waschrückstände in den Waschmaschinen (Lavadero) ergab zunächst das Resultat, dass ein wesentlicher Bruchteil des Rückstandes von Zinnstein gebildet wurde, einem Mineral, welches bis dahin den Goldwäschern noch gar nicht bekannt war, oder — richtiger gesagt — als zinnhaltig von ihnen nicht erkannt war. Zur näheren Untersuchung und zur Abschätzung der relativen Mengen der die Waschrückstände bildenden Mineralien siebte FORBES zunächst das feinste, fast ganz aus Zinnstein bestehende, wie es scheint aber auch metallisches Zinn enthaltende Material ab. Der gröbere auf dem Siebe zurückbleibende Teil wog 15 109 Grains (906,5 g) und liess sich mit folgendem Resultate¹ sortieren:

Fast reiner Zinnstein	11 115 Grains	666,9 g
Roteisenstein in glänzenden Körnern	1 368	„ 82,1 „
Roteisenstein in Pseudomorphosen nach Eisenkies	110	„ 6,6 „
Schwarzer Turmalin	214	„ 12,8 „
Rote Granatkrystalle	113	„ 6,8 „
Andalusit (oder Topas?)	112	„ 6,7 „
Metallisches Zinn	1 655	„ 99,3 „
Unbestimmbare Fragmente	422	„ 25,3 „

Dabei muss noch hervorgehoben werden, dass 1 069 Grains (64,1 g) gediegenes Eisen als „offenbar von den bei dem Abbau angewandten Werkzeugen herstammend“ zum voraus entfernt wurden.

¹ Es werden den Forbes'schen Originalzahlen der leichteren Vorstellung wegen Umrechnungen in g beigelegt.

Die aufgefundenen Zinnfragmente besitzen sehr verschiedene Grösse: das grösste wog 505 Grains (30,3 g), während — wie oben angegeben — sich auch unter dem feinsten durch das engmaschige Sieb gelaufenen Material Zinnpartikel befanden. Die chemische Untersuchung des Zinns (es wurden zwei Analysen ausgeführt) ergab:

Zinn	78,75	79,52
Blei	20,42	19,71
Kupfer . . .	Spur	0,09
Eisen	0,20	0,19
Arsen	0,17	Spur
Unlöslich . .	1,12	0,49
Summe	100,66	100.

Das spezifische Gewicht wurde zu 7,502 bestimmt. Es würde dies unter Zugrundelegung einer im zweiten Theile dieser Arbeit zu besprechenden Formel einem Gehalte von 89,1% Zinn und 10,9% Blei entsprechen. Da die Beimengung sonstiger Körper ausser Blei zu gering ist, um etwa zur Erklärung einer Verringerung des spezifischen Gewichts (eine Legierung von 80% Zinn und 20% Blei müsste ein spezifisches Gewicht von 7,77 besitzen) beigezogen zu werden, so handelt es sich hier, um einen Widerspruch zwischen dem Resultate der chemischen und demjenigen der physikalischen Untersuchung, bei welchem übrigens wohl sicher der chemischen Untersuchung ein grösseres Gewicht eingeräumt werden muss, schon weil es sich um zwei gut miteinander übereinstimmende Analysen handelt.

Noch sei einer Beobachtung Erwähnung gethan, welche FORBES beim Auflösen machte. Er fand, dass das Zinn sich beim Übergiessen mit Säure nur langsam löste, ja die Lösung sich selbst nach stundenlangem Kochen nicht vollkommen vollzogen hatte, dass aber die Reaktion sehr schnell eintrat, wenn das Zinn vorher bis nahe zum Schmelzpunkt erhitzt und dann langsam abgekühlt wurde. Leider ist es mir nicht gelungen, in der mir zugänglichen chemischen Literatur eine Notiz über die Verhältnisse aufzufinden, unter welchen das Zinn „passiv“ wird; es wäre ja dann vielleicht ein Rückschluss möglich auf die Art der Bildung des bolivianischen Zinns, d. h. auf den Entscheid, ob ein Kunst- oder ein Naturprodukt vorliegt. Immerhin bleibt der Widerspruch des Verhaltens des bolivianischen Zinns gegen dasjenige des australischen, sicher als natürliches anzunehmenden, bemerkenswert; von letzterem betont GENTH (siehe oben) ausdrücklich die leichte Löslichkeit in Säuren.

FORBES selbst lässt die Frage, ob im bolivianischen Zinn ein Natur- oder ein Kunstprodukt anzusprechen ist, offen, nicht als ob er gar nicht auf eine Diskussion einginge, sondern weil sich nach ihm beiden Annahmen unhebbare Schwierigkeiten in den Weg stellen. So liegt nach seinen Auseinandersetzungen zwar der Gedanke nahe, in den Zinnpartikeln fragmentierte Maschinenteile zu erblicken, umso mehr, als die oben erwähnten Eisenteilchen ganz sicher von den beim Abbau gebrauchten Grabwerkzeugen stammen und weil Teile der bei der Entwässerung gebrauchten Paternosterwerke aus Zinn dargestellt sind — aber es spricht gegen diese Auffassung die immerhin nicht unbedeutende Menge des Zinns in den Waschrückständen, sowie der Umstand, dass in dem zu den Maschinenteilen verwandten Metall ein sehr kostbares, durch den weiten Transport ausserordentlich verteuertes Material vorliegt; eine nur einigermaßen bedeutendere Abnützung desselben würde der Aufmerksamkeit der bergmännischen Unternehmer nicht entgangen, respektive längst abgestellt sein. Es haben sich auch — wie FORBES mitteilt — die betreffenden Männer „lachend“ gegen eine solche Auffassung erklärt.

An die Diskussion der Möglichkeit einer natürlichen Abstammung des Zinns knüpft FORBES die weitere Frage an, ob etwa die Möglichkeit vorliege, dass eine Reduktion des mit dem Zinn vorkommenden und erst von ihm als solcher erkannten Zinnsteins das metallische Zinn geliefert habe. Es könnte nach ihm an Waldbrände, die etwa durch Blitzschläge entstanden wären, gedacht werden. Aber auch gegen diese Annahme bestehen gewichtige Einwände: der mit dem Zinn vorkommende Zinnstein erwies sich vollkommen bleifrei und nur eine aus Bolivien stammende Probe (von Carabuco) lieferte einen kleinen, bloss 0,25 % betragenden Gehalt an Blei.

Unter solchen Umständen musste es im Hinblick auf die Unentschiedenheit der Frage nach Herkunft des bolivianischen Zinns mein höchstes Interesse erregen, dass Herr Apotheker CLESSLER in Plieningen in seiner Privatsammlung kleine Stücke besass, welche die Etikette trugen: „Zinn aus der Mine Iscasivi unterhalb Tipuani.“ Da FORBES ausdrücklich das gesamte Thal des Tipuaniflusses, oberhalb und unterhalb des Ortes Tipuani, als mit Goldwäschereien besetzt beschreibt und da er ferner einen später noch zu erwähnenden Fund selbst mit „Tipuani“ bezeichnet, so ist wohl nicht an der Identität zunächst des Fundorts mit dem FORBES'schen zu zweifeln. Auch die Annahme dürfte gestattet sein, dass mit dem Worte „Mine“ allgemein ein bergmännisches Unternehmen, also hier eine Gold-

wäscherei, gemeint ist, wie denn FORBES „Minen“ aus der Umgegend von Tipuani nicht angibt.

In den Besitz des Herrn CLESSLER gelangten die Stücke durch einen Freund, welcher in Bolivien ansässig ist und gelegentlich eines Besuches im Vaterlande dieselben neben vielen anderen Mineralien mitbrachte. An der betreffenden Lokalität ist derselbe aber nicht selbst gewesen, sondern hat das uns hier beschäftigende Material aus dritter Hand erhalten.

Die betreffenden beiden Stückchen¹ sind von würfelförmiger oder richtiger rhomboëdrischer Gestalt mit etwas eingesunkenen Flächen, die Kanten des einen Stücks von etwa 6, die des anderen von etwa 4 mm Länge. Die Rhomboëder haben nur wenig von 90° abweichende Winkel, die aber offenbar untereinander different sind, also sicher einer zufälligen und keiner krystallographischen Gestalt angehören. Messungen wurden deshalb als nutzlos unterlassen. Bedeckt sind die Körper mit einer weisslichgelben Oxydationshaut; durch eine kleine Verritzung erhielt man eine dunkle, metallisch glänzende Oberfläche, durchaus vom Ansehen eines frisch angeschnittenen Stückes Blei. Zwei weitere Stückchen von demselben Aussehen und ungefähr derselben Grösse hatte Herr CLESSLER früher der qualitativen Analyse geopfert und Zinn und Blei als Bestandteile gefunden. Eine Wiederholung der chemischen Untersuchung mit dem geringen noch übrigen Material erschien unthunlich, und die Analyse eines kleinen zapfenförmigen Körpers, welcher mit allen Anzeichen einer vorausgegangenen Schmelzung vor dem Lötrohre im gleichen Kästchen lag, lieferte Quecksilber und Silber: der Körper gehörte also offenbar nicht zu den Würfelchen, sondern war Amalgam. So blieb nur ein Weg übrig, der Erkenntnis der Natur der Stückchen näher zu treten, respektive die Resultate der CLESSLER'schen Analyse zu bestätigen: die Bestimmung des spezifischen Gewichts. Dasselbe wurde für den einen Würfel zu 10,27, für den anderen zu 11,28 gefunden. Beide Werte stehen demjenigen des Bleis so nahe, dass man schon ohne näheren Vergleich mit den Dichtigkeiten der Bleizinnlegierungen auf ein fast reines Blei mit nur wenig Zinn schliessen kann. Um aber einen sicheren Anhalt

¹ Herr Clessler hatte die Freundlichkeit, die beiden Exemplare an die Stuttgarter und an die Hohenheimer Sammlung schenkungsweise abzutreten; sie befinden sich jetzt beide, da die letztere Sammlung, um das an sich so unbedeutende Material nicht zu zersplittern, auf den Besitz verzichtete, in der Stuttgarter Sammlung.

über die Beurteilung der prozentlichen Verhältnisse zu haben, wurden solche Bleizinnlegierungen dargestellt und ihre spezifischen Gewichte bestimmt (vergl. unten). Es würde sich durch einen Vergleich mit diesen Resultaten für das eine Stück ein Gehalt von 81,9⁰/₀ Blei und 18,1⁰/₀ Zinn, für das andere ein solcher von 99,2⁰/₀ Blei und 0,8⁰/₀ Zinn ergeben. Hierbei ist es gleichgültig, ob die Differenz der chemischen Zusammensetzung in Wirklichkeit existiert, oder ob, was wahrscheinlicher sein dürfte, der Grund des Unterschieds der spezifischen Gewichte vielmehr in kleinen Hohlräumen des leichteren Stückes zu suchen ist: jedenfalls liegt kein bleihaltiges Zinn, sondern ein zinnhaltiges Blei vor. Für dieses Metall aber den Tipuanifluss als einen neuen Fundort anzunehmen — gegen eine solche Annahme sprechen selbstverständlich alle Verhältnisse, und so bleibt nichts übrig als die kleinen würfelförmigen Körper als Kunstprodukte anzusprechen. Und nahe verwandt mit den nun in der Stuttgarter Sammlung liegenden Würfelchen scheint mir ein weiteres Vorkommen zu sein, welches FORBES später, nach Abschluss seiner Untersuchungen an Ort und Stelle, mit der Bezeichnung „Zwei Zinnkrystalle aus dem Flusssande von Tipuani“ zugesandt erhielt. Es handelt sich um zwei sechsseitige Prismen, das eine etwas mehr, das andere etwas weniger als 6 mm im Durchmesser und 5, respektive 8 mm lang. Alle Flächen sind oberflächlich oxydiert, die Seitenflächen verhältnismässig gut entwickelt, dagegen die Endflächen „wie abgebrochen“. Auch bei diesen Prismen, welche leider der chemischen Analyse nicht unterworfen wurden, handelt es sich gewiss nicht um Krystalle, sondern, wie bei unsern „Würfeln“, um zufällige Gestalten, wie denn vom Zinn (selbstverständlich wurde alle Kenntnis der kristallographischen Eigenschaften desselben nur durch das Studium künstlich dargestellten Zinns, nicht des natürlich vorkommenden, gewonnen) nur eine quadratische und eine rhombische, aber keine hexagonale Modifikation bekannt ist.

Wenn man endlich erwägt, dass der gegen ein Fünftel betragende Bleigehalt des von FORBES ausführlich beschriebenen Vorkommens ohne jede Analogie unter den unzweifelhaft natürlichen Vorkommnissen dasteht, insofern von den beiden neueren Funden die absolute Reinheit des Zinns ausdrücklich hervorgehoben, bei der ältesten Erwähnung gediegenen Zinns aber nur von Spuren von Blei gesprochen wird, so kann ungezwungen gefolgert werden, dass es sich auch bei diesem Vorkommen um kein natürliches Zinn, sondern um ein Kunstprodukt handelt. Unterstützt wird diese Annahme

durch die relativ immerhin auffallende Grösse, welche das bolivianische Zinn wenigstens mitunter in einzelnen Exemplaren besitzt: auch Stücke von dieser Grösse haben unter den echten und sicher natürlichen Vorkommnissen keine Analogie. So kommt man zu dem Satze:

„Aller Wahrscheinlichkeit nach ist das aus Bolivien als natürliches beschriebene Zinn apokryph und als Fundorte des gediegenen Zinns sind nur Sibirien, Mexiko und Neusüdwaless, vielleicht sogar bloss die beiden letztgenannten festzuhalten!“

Freilich, aus der Entfernung auch nur eine Vermutung auszusprechen, wie das künstliche Zinn und Blei in die Waschapparate am Tipuani gelangt — das dürfte vermessen sein, nachdem der an Ort und Stelle mit eingehenden Untersuchungen beschäftigte Gelehrte trotz aller Sorgfalt eine befriedigende Lösung dieser Frage nicht finden konnte.

II.

Wie oben erwähnt ist, wurden im Anschluss an die Untersuchungen eines aus Bolivia stammenden Bleis Bestimmungen des spezifischen Gewichts an Legierungen von Zinn und Blei vorgenommen, um aus ihnen einen Rückschluss auf die chemische Natur der im ersten Teile dieser Arbeit besprochenen Körper machen zu können, da zu einer Analyse verfügbares Material nicht vorhanden war. Diese Bestimmungen wurden in einer über den nächsten Zweck hinausgehenden Vollständigkeit ausgeführt, indem eine ganze Reihe von Legierungen, teils bleireichen, teils vorwiegend Zinn haltenden, zur Untersuchung kam, während doch die Höhe des spezifischen Gewichts der auf ihren Gehalt an Zinn zu prüfenden Körper zunächst nur die Darstellung einer oder der anderen bleireichen Legierung verlangt hätte. Erhielten dadurch diese zunächst nebensächlichen Untersuchungen eine gewisse Selbständigkeit und Abrundung, so sei es auch gestattet, über dieselben in einem besonderen Kapitel unabhängig von der Schilderung des angeblichen Vorkommens gediegenen Zinns zu referieren.

Das Rohmaterial zu der Herstellung der Legierungen wurde von TH. SCHUCHARDT in Görlitz bezogen, dessen Angabe, dass beide Metalle „fast rein“ seien, durch die chemische Analyse, welche Herr Dr. CLUSS, früher Assistent am chemischen Laboratorium der Akademie Hohenheim, auszuführen die Güte hatte, vollkommen bestätigt wurde. Auf jeden Fall waren die Spuren der beigemenigten Stoffe

viel zu gering, um das spezifische Gewicht der Metalle und ihrer Legierungen zu beeinflussen.

Aus den beiden Metallen wurden nun Legierungen dargestellt, bei denen die beiden Metalle annähernd in Gewichtsverhältnissen vertreten waren, welche in der folgenden Übersicht zusammengestellt sind. Beigefügt sind, gewissermassen als Grenzlegierungen, Blei und Zinn selbst:

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	
100	90	80	60	50	40	20	10	0	Gewproz. Blei
0	10	20	40	50	60	80	90	100	„ Zinn.

In praxi konnten diese gewünschten Verhältnisse trotz vorsichtigen Abwägens der zu Körnern zerschnittenen Metalle nur annähernd richtig erreicht werden, doch sind die Abweichungen von den beabsichtigten Mischungszahlen, wie die unten gegebene Zusammenstellung zeigt, nur unbedeutend. Für jede Legierung wurden von beiden Metallen zusammen etwa 50 g abgewogen und das Legieren selbst möglichst gut dadurch vollzogen, dass man die Körner der beiden Metalle abwechselnd in den Schmelztiegel einführte, die Schmelze längere Zeit unter stetem Umrühren flüssig erhielt und mehrmals zwischen Erstarrenlassen und Wiederverflüssigen abwechselte. Aus den so gewonnenen Legierungen wurden je zwei Gussstücke dargestellt, welche zur Bestimmung des spezifischen Gewichts dienen.

Folgende Werte wurden erhalten:

1. 100 Gewproz. Blei, 0 Gewproz. Zinn. Die beiden Gussstücke wogen: a) 17,8670 g und b) 22,2095 g.

2. 90 Gewproz. Blei, 10 Gewproz. Zinn (entsprechend 85,1 Volproz. Blei, 14,9 Volproz. Zinn); Gewichtsverhältnis von Zinn zu Blei wie 1 : 9. Legiert wurden 45,1833 g Blei und 5,0160 g Zinn, hiernach auf 90 Teile Blei anstatt 10 Teile Zinn, nur 9,92 Teile. Die beiden Gussstücke wogen: a) 16,3000 g und b) 18,6525 g.

3. 80 Gewproz. Blei, 20 Gewproz. Zinn (entsprechend 71,8 Volproz. Blei und 28,2 Volproz. Zinn); Gewichtsverhältnis von Zinn zu Blei wie 1 : 4. Legiert wurden 40,2740 g Blei und 10,1240 g Zinn, demnach auf 80 Teile Blei anstatt 20 Teile Zinn 20,11 Teile. Die beiden Gussstücke wogen: a) 17,4495 g und b) 17,7980 g.

4. 60 Gewproz. Blei, 40 Gewproz. Zinn (entsprechend 48,8 Volproz. Blei, 51,2 Volproz. Zinn); Gewichtsverhältnis von Zinn zu Blei wie 2 : 3. Legiert wurden 30,4082 g Blei und 20,1780 g Zinn, demnach auf 60 Teile Blei anstatt 40 Teile Zinn nur 39,81 Teile. Die beiden Gussstücke wogen: a) 18,3840 g und b) 16,2620 g.

5. 50 Gewproz. Blei, 50 Gewproz. Zinn (entsprechend 38,9 Vol-

proz. Blei, 61,1 Volproz. Zinn); gleiche Gewichtsmengen von Blei und Zinn. Legiert wurden 25,9815 g Blei und 25,5740 g Zinn, demnach auf 50 Teile Blei nur 49,22 Teile Zinn. Die beiden Gussstücke wogen: a) 17,6650 und b) 18,0605 g.

6. 40 Gewproz. Blei, 60 Gewproz. Zinn (entsprechend 29,8 Volproz. Blei, 70,2 Volproz. Zinn); Gewichtsverhältnis von Blei zu Zinn wie 2 : 3. Legiert wurden 20,4092 g Blei und 30,1795 g Zinn, demnach auf 40 Theile Blei anstatt 60 Teile Zinn nur 59,15 Teile. Die beiden Gussstücke wogen: a) 20,1163 g und b) 21,7400 g.

7. 20 Gewproz. Blei, 80 Gewproz. Zinn (entsprechend 13,7 Volproz. Blei, 86,3 Volproz. Zinn); Gewichtsverhältnis von Blei zu Zinn wie 1 : 4. Legiert wurden 10,2658 g Blei und 40,2170 g Zinn, demnach auf 20 Teile Blei anstatt 80 Teile Zinn nur 78,35 Teile. Die beiden Gussstücke wogen: a) 22,5490 g und b) 17,7118 g.

8. 10 Gewproz. Blei, 90 Gewproz. Zinn (entsprechend 6,6 Volproz. Blei, 93,4 Gewproz. Zinn); Gewichtsverhältnis von Blei zu Zinn wie 1 : 9. Legiert wurden 5,1200 g Blei und 45,1292 g Zinn, demnach auf 10 Teile Blei anstatt 90 Teile Zinn nur 88,14 Teile. Die beiden Gussstücke wogen: a) 17,0745 g und b) 19,5223 g.

9. 0 Gewproz. Blei, 100 Gewproz. Zinn. Die beiden Gussstücke wogen: a) 23,8555 und b) 15,4110 g.

Die an diesen Proben vorgenommenen Bestimmungen des spezifischen Gewichts ergaben:

Legierung		1. Gew. in d. Luft g	2. Gew. im Wasser g	3. Volumen ccm	4. Spez. Gew. unkorr.	5. Spez. Gew. korr.	6. Differenz	7. Mittel
1. 100 Pb, 0 Sn . . a	a	17,8670	16,2925	1,5745	11,348	11,3093	0,0079	11,31
	b	22,2095	20,2490	1,9605	11,328	11,3014		
2. 90 Pb, 10 Sn . . a	a	16,3000	14,7850	1,5150	10,759	10,7334	0,0557	10,71
	b	18,6525	16,9100	1,7425	10,704	10,6777		
3. 80 Pb, 20 Sn . . a	a	17,4495	15,7215	1,7215	10,136	10,0740	0,0506	10,10
	b	17,7980	16,0443	1,7537	10,149	10,1246		
4. 60 Pb, 40 Sn . . a	a	18,3840	16,3940	1,9900	9,238	9,2161	0,0083	9,22
	b	16,2620	14,5023	1,7597	9,241	9,2194		
5. 50 Pb, 50 Sn . . a	a	17,6650	15,6700	1,9950	8,855	8,8337	0,0539	8,89
	b	18,0605	16,0335	2,0270	8,910	8,8876		
6. 40 Pb, 60 Sn . . a	a	20,1163	17,7435	2,3728	8,478	8,4578	0,0176	8,47
	b	21,7400	19,1810	2,5590	8,496	8,4754		
7. 20 Pb, 80 Sn . . a	a	22,5490	19,6770	2,8720	7,851	7,8329	0,0272	7,82
	b	17,7118	15,4480	2,2638	7,824	7,8057		
8. 10 Pb, 90 Sn . . a	a	17,0745	14,8189	2,2556	7,569	7,5710	0,0180	7,56
	b	19,5223	16,9440	2,5783	7,572	7,5530		
9. 0 Pb, 100 Sn . . a	a	23,8555	20,5610	3,2945	7,241	7,2228	0,0292	7,21
	b	15,4120	13,2635	2,1485	7,173	7,1938		

Die erste Spalte vorstehender Tabelle gibt das direkt gefundene Gewicht der Körper in der Luft, die zweite dasjenige unter Wasser (Temperatur 18°), die dritte das Volumen, die vierte das unkorrigierte spezifische Gewicht, die fünfte das auf Wasser von 4° und Gewicht im luftleeren Raume reduzierte spezifische Gewicht, die sechste die Differenzen, welche sich bei den zwei Körpern gleichen Gehalts ergeben, die siebente das Mittel aus je zwei Angaben der Spalte Nr. 5. Diese Mittelwerte sind mit Rücksicht auf die Grösse der Differenzen (Spalte 6) nur mit zwei Dezimalen verzeichnet.

Die auf diese Weise experimentell gefundenen Werte für die Dichten einer Skala von Legierungen zwischen Blei und Zinn stimmen sehr nahe überein mit solchen, welche rechnerisch gewonnen werden, wenn man besagte Legierungen als aus Blei und Zinn gemengte Körper betrachtet, wobei es gleichgültig ist, ob die Mischung eine grobe, d. h. die Nebeneinanderlagerung der heterogenen Körper deutlich zeigende ist, oder eine sehr feine, als deren Feinheitsgrenze dann eben die Legierung betrachtet werden müsste. Wendet man nämlich zur Bestimmung der Dichten der untersuchten Legierungen unter Benutzung der gewonnenen Werte für das spezifische Gewicht von Blei und Zinn die Formeln

$$V_1 = V_p + V_s \text{ oder } \frac{P_1}{D_1} = \frac{P_p}{D_p} + \frac{P_s}{D_s}, \text{ woraus}$$

$$D_1 = \frac{P_1}{\frac{P_p}{D_p} + \frac{P_s}{D_s}} = \frac{P_1}{V_p + V_s}$$

an, in welcher D das spezifische Gewicht, P das absolute Gewicht und V das Volumen bezeichnet, von den Indices aber l auf die Legierung, p auf Blei, s auf Zinn zu beziehen ist, so erhält man folgende, mit den experimentell gefundenen Werten durch Gegenüberstellung verglichene Zahlen:

Spez. Gew. der Legierung	berechnet	gefunden
1. 100 Pb, 0 Sn	—	11,31
2. 90 Pb, 10 Sn	10,70	10,71
3. 80 Pb, 20 Sn	10,07	10,10
4. 60 Pb, 40 Sn	9,21	9,22
5. 50 Pb, 50 Sn	8,82	8,89
6. 40 Pb, 60 Sn	8,44	8,47
7. 20 Pb, 80 Sn	7,77	7,82
8. 10 Pb, 90 Sn	7,49	7,56
9. 0 Pb, 100 Sn	—	7,21

Eine solche Übereinstimmung des spezifischen Gewichts der Blei-Zinn-Legierungen mit demjenigen von Mengungskörpern aus Blei und Zinn konnte nicht von vornherein erwartet werden, sondern ist vielmehr ein auffallendes Resultat der experimentellen Prüfung. Stellen doch die Legierungen für gewöhnlich in ihren physikalischen Eigenschaften (Schmelzpunkt, Farbe, Leitungsvermögen für Wärme und Elektrizität, spezifisches Gewicht u. s. w.) keine Mittelwerte¹ zwischen den Extremen der legierten Metalle dar, sondern liefern Abweichungen, welche nicht selten über die Grenzwerte selbst, wie sie in den die Legierung bildenden Metallen gegeben sein sollten, hinausgehen. Nachdem aber in dem speziellen Falle der Blei-Zinn-Legierungen eine genügende Übereinstimmung der spezifischen Gewichte der Legierungen mit den rechnerisch auffindbaren Dichten von Mengungskörpern konstatiert ist, kann die oben gegebene Formel benutzt werden, um die Volumina- oder Gewichtsprocente einer Legierung, deren spezifisches Gewicht bekannt ist, zu berechnen. Es gelten die Formeln:

$$P_p = P_l \cdot \frac{D_l - D_s}{D_p - D_s} \cdot \frac{D_p}{D_l} \text{ und}$$

$$P_s = P_e \cdot \frac{D_p - D_e}{D_p - D_s} \cdot \frac{D_s}{D_e},$$

sowie die Proportionen, einmal für die Volumina:

$$V_p : V_s = D_l - D_s : D_p - D_l,$$

sodann für die Gewichte der beiden in der Legierung vorhandenen Metalle:

$$P_p : P_s = D_p (D_l - D_s) : D_s (D_p - D_l).$$

Von früher schon veröffentlichten Arbeiten über die spezifischen Gewichte der Legierungen von Blei und Zinn sind mir nur zwei bekannt: PILLICHODY'S Bestimmungen, welche sich auf die sieben nach stöchiometrischen Verhältnissen dargestellten Legierungen Pb_4Sn , Pb_3Sn , Pb_2Sn , $PbSn$, $PbSn_2$, $PbSn_3$, $PbSn_4$ beziehen (DINGLER'S Polyt. Journ. 162, 217; Jahresb. f. Chem. 1861, 279; LANDOLT und BÖRNSTEIN, Tabellen, 113, in der folgenden Tabelle mit „P“ bezeichnet), und WINKLER'S Zusammenstellung von 11 Wägungen, welcher die Dichten für 11, von 10 zu 10 Proz. springende Legierungen gibt (Chem. Zeit. 1888, Nr. 75; Pharm. Zeit. vom 14. Nov. 1888,

¹ Nach Regnault's Untersuchungen ist dagegen auch die spezifische Wärme der Legierung ein Mittelwert zwischen den spezifischen Wärmen der Komponenten.

in der Tabelle mit „W“ bezeichnet). Alle diese Angaben werden zum Schluss mit den von mir gefundenen Werten (unten mit „N“ bezeichnet) in einer nach dem steigenden Zinngehalte der Legierung geordneten Übersicht zusammengestellt und mit den berechneten Dichten verglichen. Dieser Berechnung wurden für die WINKLER'schen Daten die in dessen Zusammenstellung selbst als Grenzwerte aufgeführten Dichten von Blei und Zinn, für die von PILLICHODY herrührenden aber Werte zu Grunde gelegt, welche in den Tabellen von LANDOLT und BÖRNSTEIN (unten mit „L und B“ bezeichnet) als Mittelwerte aus den besten Beobachtungen angegeben sind.

Blei % ₀	Zinn % ₀	Spezifisches Gewicht		Beobachter
		berechnet	gefunden	
100	0	—	11,37	L und B
100	0	—	11,370	W
100	0	—	11,31	N
90	10	10,767	10,769	W
90	10	10,70	10,71	N
87,5	12,5	10,627	10,596	P
84,0	16,0	10,435	10,331	P
80	20	10,226	10,226	W
80	20	10,07	10,10	N
77,8	22,2	10,113	10,052	P
70	30	9,739	9,735	W
63,7	36,3	9,451	9,433	P
60	40	9,290	9,920	W
60	40	9,21	9,22	N
50	50	8,883	8,886	W
50	50	8,82	8,89	N
46,7	53,3	8,751	8,726	P
40	60	8,512	8,512	W
40	60	8,44	8,47	N
36,9	63,1	8,403	8,409	P
30,5	69,5	8,186	8,235	P
30	70	8,169	8,169	W
20	80	7,853	7,853	W
20	80	7,77	7,82	N
10	90	7,561	7,562	W
10	90	7,49	7,56	N
0	100	—	7,29	L und B
0	100	—	7,290	W
0	100	—	7,21	N

Hohenheim, den 11. März 1889.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Nies Friedrich

Artikel/Article: [Ueber ein angebliches Vorkommen gediegenen Zinns und über die spezifischen Gewichte der Zinnbleilegerungen. 292-304](#)