

thelotschen Bombe unter 15 Atm. Sauerstoffdruck statt. Der Wasserwert der Bombe inkl. Thermometer, Rührer und Quarzriegel wurde mit Hilfe reiner, sublimierter, scharf getrockneter Benzoesäure bestimmt, deren Verbrennungswärme pro Gramm wir mit 6,333 cal. (in Luft)<sup>16</sup>) unseren Berechnungen zugrunde legten. Ein schmelzender Eisendraht brachte die Masse zur Entzündung; seine Verbrennungswärme setzten wir mit 1601 cal. pro Gramm ein. Bei allen unseren Verbrennungen benutzten wir Quarzriegel zur Aufnahme der Substanz; deren Anwendung hat sich als sehr empfehlenswert erwiesen, da dieselben 3—4 Verbrennungen hintereinander aushalten, ehe sie unbrauchbar werden, während Porzellantiegel zu diesen Arbeiten nicht zu gebrauchen sind. Die an zwei gegenüberliegenden Stellen mit Löchern versehenen Tiegel wurden zwischen die beiden Platinrohre (Sauerstoffzuleitung der Bombe) in an diesen angebrachte Stifte eingehängt.

Es erfolgte eine doppelte Bestimmung der Verbrennungswärme von jeder Legierung:

Legierung	Vanadin	Kohlenstoff	Sauerstoff	Verbrennungswärme
				für 51,0 g Legierung in cal.
4	96,46	3,37	—	134 500 134 620
5	97,64	—	2,36	121 680 122 570
6	94,44	5,41	—	140 430 140 530
7	84,04	—	15,96	105 550 104 660

Eine quantitative Analyse ergab die Vollständigkeit der Verbrennung von Vanadin zu Vanadinpentoxyd im Sauerstoff unter 15 Atm. Druck.

Die Verbrennungswärmen der Legierungen wurden wieder in ein Koordinatensystem eingezeichnet (Fig. 3), und der sehr scharfe Schnittpunkt

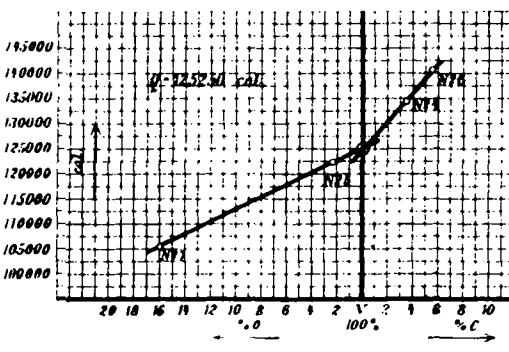


Fig. 3.

der beiden dadurch gebildeten Linien ergab als Verbrennungswärme von 1 g Vanadin zu Vanadinpentoxyd 2455,9 cal. und von 51 g Vanadin: 125 250 cal. resp. als Bildungswärme von 1 Mol. Vanadinpentoxyd ( $V_2O_5$ ): 250 500 cal.

<sup>16</sup>) Emil Fischer und Wrede, Z. physikal. Chem. 69, 218 (1908).

Die Verbrennungswärme des Vanadins ist bis jetzt noch nicht bestimmt worden; es konnte mit diesem Werte also die Grundzahl für die weitere Ermittlung der thermischen Größen der Vanadinverbindungen festgelegt werden.

### Zusammenfassung

I. Teil. Reduktion des Vanadintrioxys durch Aluminium. Sie führt mit Sicherheit zu ca. 95 bis 99%igem Metall bei Ersatz eines kleinen Teiles des nötigen Aluminiums durch Kohlenstoff.

II. Teil. Reduktion des Vanadintrioxys durch Kohlenstoff zu ebenso hochprozentigem Metall bei Verwendung:

a) von Zuckerkohle, mit der das Oxyd zu Stäben geformt erst im elektrischen Vakuumwiderstandsofen bis zum Sintern erhitzt und dann im Lichtbogenofen niedergeschmolzen wird;

b) von Vanadincarbid, mit dem das Oxyd bei etwa 2000° im Zirkontiegel einfach zusammengeschmolzen wird. (Hier wird auch die Darstellung von reinem Carbid beschrieben.)

III. Teil. Schnittpunkt, spezifisches Gewicht und Verbrennungswärme von reinem Vanadin (100%).

a) Reines Vanadin schmilzt bei 1715°.

b) Das spezifische Gewicht des geschmolzenen Metalles ist bei 18,7 = 5,688; dessen Atomvolumen für  $V = 51$  gleich 8,966.

c) Die Verbrennungswärme von 1 g reinem Vanadin zu Vanadinpentoxyd ist = 2455,9 cal. und von 51 g = 125 250 cal. [A. 207.]

### Zur Verwendung des Edison-Akkumulators in der Elektroanalyse.

Von A. THIEL.

(Eingeg. 4.12. 1911.)

Durch das Referat des Chemischen Zentralblattes werde ich auf die unlängst erschienene Veröffentlichung von O. Brunk<sup>1)</sup> über die Verwendung alkalischer Sammler und anderer Zellen für die Zwecke der Elektroanalyse aufmerksam, einen Gegenstand, der mich um so mehr interessiert, als ich selbst schon seit Jahren Versuche in derselben Richtung angestellt habe.

Die erste Anregung zur Heranziehung des alkalischen Sammlers gerade bei der Bestimmung des Silbers und seiner Trennung von anderen Metallen in saurer Lösung dürfte von A. Diedrichs in der von mir veranlaßten Arbeit: „Studien zur Bestimmung des Silbers auf elektrochemischem Wege“<sup>2)</sup> gegeben worden sein (S. 14 u. ff.). Dort ist auch ausführlich erörtert, welche Umstände der Einführung der Methode von Küster und von Steinwehr in die Praxis hindernd im Wege gestanden haben; ferner werden Vorschläge zur vorläufigen Abstellung jener Übelstände gemacht. Auch findet sich dort die Ankündigung von Ver-

<sup>1)</sup> Diese Z. 24, 1993 (1911). Chem. Zentralbl. 1911, II, 1657.

<sup>2)</sup> Dissertation Münster 1907.

suchen mit dem Edisonsammler, die damals noch nicht ausgeführt werden konnten, weil dieser Akkumulator noch nicht wieder auf dem Markte erschienen war.

Schon damals aber hatte ich festgestellt, daß sich mit einigen kleinen Versuchsplatten für alkalische Sammler, in deren Besitz ich zufällig gekommen war, sehr befriedigende Resultate bei der Abscheidung des Silbers aus saurer Lösung erzielen ließen. Die Versuchsanordnung war mit Rücksicht auf die minimale Kapazität der Versuchsplättchen derart gewählt, daß drei solcher Plattenpaare hintereinander gegen zwei ebenfalls hintereinander geschaltete Bleisammler direkt ohne Widerstand geschaltet wurden. Zu einem Plattenpaar wurde dann das Bad ohne Widerstand parallel gelegt. Das niedergeschlagene Silber war bei Anwendung salpetersaurer, mit Alkohol versetzter Nitratlösung von tadelloser Beschaffenheit, wenn durch Erwärmen oder Röhren für Durchmischung des Elektrolyten gesorgt wurde. Nach meinen Notizen wurden als maximale absolute Fehler nur 1—2 Zehntelmilligramm Metall gefunden. Schale und Netz waren gleich brauchbar. Sobald dann alkalische Sammler in der Ausführung der Deutschen Edison-Kompagnie im Handel zu haben waren, habe ich die Versuche damit fortgesetzt. Daß bisher noch keine Versuchsergebnisse veröffentlicht worden sind, liegt einerseits in äußeren Umständen (Übersiedlung von Münster nach Marburg), teils darin begründet, daß sich wider Erwarten im Gegensatz zu den mit den kleinen Platten angestellten früheren Versuchen Schwierigkeiten ergaben, zu deren Aufklärung erst die Methode der Silberfällung in saurer Lösung auch in der (modifizierten) Anordnung von Küster und von Steinwehr einer Neubearbeitung unterzogen werden mußte. Über die hierbei und in weiteren, sich anschließenden Untersuchungen gewonnenen Erkenntnisse soll baldmöglichst ausführlich berichtet werden.

Die folgenden kurzen Bemerkungen sollen der Abgrenzung der Arbeitsgebiete dienen und die ungestörte Verfolgung des Arbeitsprogramms für einige Zeit sichern. Ich hebe noch hervor, daß es mir fern liegt, die Priorität von Bruncck anzusehen zu wollen. Meine Resultate sind nun einmal noch nicht veröffentlicht, und auf die angeführte Notiz in der Dissertation von Diedrichs will ich mich in diesem Sinne um so weniger stützen, als ich die Veröffentlichung nur in Form einer Dissertation selbst nicht für vollgültig ansahe. Dagegen halte ich mich für berechtigt, meine Untersuchungen, die unabhängig von den Bruncckschen und vermutlich auch früher als diese begonnen wurden, in dem geplanten Sinne fortzusetzen, und muß daher bitten, mir die Bearbeitung dieses Gebietes, das im übrigen sich mit dem von Bruncck behandelten nur in der Anwendung des Edisonsammlers berührt, noch einige Zeit ungestört zu überlassen. Die Abgrenzung ist insofern sehr einfach, als ich Sulfatlösungen überhaupt nicht untersucht habe, sondern nur Nitratlösungen, also gerade diejenigen, die Bruncck als aussichtslos verwirft, sowie ammoniakalische. Für beide Arten von Elektrolyten habe ich meine bestimmten Gründe. Ich habe neben den Bedürfnissen der Praxis noch theoretische Gesichtspunkte im Auge, deren Er-

örterung sich hier erübrigt. Die schönen Erfolge, die Bruncck mit Sulfatlösungen erzielt hat, beweisen die praktische Brauchbarkeit seiner Methode. Demgegenüber bleibt nur noch aufzuklären, weshalb sie bessere Resultate ergibt, als die Nitratmethode. Daß hier Unklarheiten vorliegen, kann niemand entgehen, der sich eingehender nicht nur vom rein analytischen, sondern auch vom theoretischen Standpunkte mit der Elektrolyse beschäftigt hat.

Zur Festlegung der Grundbegriffe möchte ich ferner noch hervorheben, daß der Begriff der Brauchbarkeit eines elektrolytischen Metallniederschlages insofern bestimmter gefaßt werden muß, als man angibt, was man dem Niederschlag zumeutet. Ich stelle an einen wirklich brauchbaren Niederschlag sehr hohe Anforderungen. Gewöhnlich verlange ich, daß ein wirklich tadelloser Niederschlag sich ohne Verlust an der Wasserleitung kräftig abbrausen, zum mindesten aber ohne besondere Vorsichtsmaßregeln mit der Spritze auswaschen läßt. Verzichtet man darauf, so wird die praktische Anwendung durch Nichtgeübte den Erfolg leicht beeinträchtigen. Auch bei minder brauchbaren Niederschlägen ist häufig eine quantitative Bestimmung ohne wägbare Verluste möglich, wenn man nur die erforderliche Vorsicht anwendet, und ich habe dies vielfach bei Elektrolysen in salpetersaurer Lösung konstatieren können, ohne daß mir jedoch die erzielten Niederschläge tadellos erschienen. Inwiefern sich mein Standpunkt mit dem von Bruncck deckt, entzieht sich meiner Kenntnis. Ich habe auch keine Veranlassung, die Qualität seiner Niederschläge zu bezweifeln, da ich, wie erwähnt, damit gar keine Erfahrungen gemacht habe. Dagegen vermisste ich vollständig eine Angabe über die zur Abscheidung erforderliche Zeit<sup>3)</sup>, die doch für die Bewertung einer Methode nicht ganz un wesentlich ist. Ich muß auf Grund meiner Erfahrungen mit den andersartigen Elektrolyten annehmen, daß die Elektrolysendauer ceteris paribus relativ ziemlich lang sein wird. Soweit ich die Sachlage bis jetzt übersehe, handelt es sich um ein Verfahren, dessen Vorteile in einer Abscheidung mit genügend kleiner Geschwindigkeit und damit in guter Form, bestehen dürfte, das darum aber auch einen etwas größeren Zeitaufwand erfordert wird.

Bruncck hebt als besonderen Vorzug seiner Methode die Vermeidung von Komplikationen hervor, welche die Anwendung von Depolarisatoren, wie Salpetersäure, mit sich bringen könne. Das Streben danach, unnötige Zusätze zu vermeiden, ist durchaus richtig und gesund. Nur darf man nicht, wie hier geschehen, das Kind mit dem Bade ausschütten. Es fragt sich eben, ob die Elektrolyse in salpetersaurer Lösung, die im Falle der Möglichkeit einer brauchbaren Silberabscheidung weiterhin das Kupfer neben dem Blei in einer Operation zu bestimmen gestattet, kürzer ist als die Sulfatmethode oder nicht.

<sup>3)</sup> Die Notiz über die Wirksamkeit einer angenommenen „mittleren“ Stromstärke ist kein Ersatz dafür. Das Maßgebende ist die Gestalt der Stromzeitkurve, deren Integralwert den elektrolytischen Effekt liefert. Für die Praxis kommt es einfach auf die tatsächliche Analysendauer an, und diese geht aus jener Notiz nicht hervor.

Das werden erst besondere vergleichende Versuche lehren. Daß aber der Zusatz von Salpetersäure in dem Sinne eine unerwünschte Komplikation sein soll, daß dieser Depolarisator das zur Wasserstoffentwicklung nötige Potential herabdrücke und damit zur Schwammbildung Veranlassung gebe, ist eine Behauptung, die nicht unwidersprochen bleiben darf. Gerade das Gegenteil ist richtig. Ein Wasserstoffdepolarisator verhindert eben die Abscheidung gasförmigen Wasserstoffs, indem er ihn z. B. oxydiert, wie die Salpetersäure, oder an seiner Stelle andere Stoffe sich ausscheiden läßt, wie z. B. die Edelmetallsalze. Wenn also von einer Herabdrückung des Elektrodenpotentials die Rede ist, so ist das an sich ganz richtig, aber um so weniger kann sich dann Wasserstoffgas ausscheiden, und der ganze Kathodenvorgang läuft, was die Beteiligung des Wasserstoffes betrifft, auf eine Art Reststromphänomen mit chemischer Beseitigung des Wasserstoffes hinaus. Man erreicht unter denselben Bedingungen, die bei Abwesenheit von Salpetersäure und anderen Oxydationsmitteln zur Wasserstoffabscheidung und damit zum Verderben eines Niederschlages infolge von Schwammbildung führen, bei Gegenwart von kathodischen Depolarisatoren nicht so unedle Potentiale und bleibt darum genügend lange Zeit oberhalb des Abscheidungspotentials des Wasserstoffes. Beim Kupfer sind diese Verhältnisse mit vollkommener Sicherheit erkannt, wie in der Arbeit von E. Dinslage<sup>4)</sup>, die ich gleichfalls veranlaßt habe, ausführlich dargelegt ist. Bei der bekannten Foerster'schen Methode ist das Kupfersalz selbst Depolarisator und schließt die Wasserstoffentwicklung so lange hinaus, bis sie nichts mehr schadet. Daß die Salpetersäure übrigens beim Kupfer nicht nur im Sinne einer Unterdrückung der Wasserstoffentwicklung günstig wirkt, sondern sogar — unerwarteterweise — unter bestimmten Versuchsbedingungen eine Vergrößerung der Stromausbeute gegenüber rein schwefelsaurer Lösung mit sich bringt, konnte ebenfalls beobachtet werden. Aus diesen Gründen ist die Ansicht von einer die Schwammbildung begünstigenden, schädlichen Wirkung der Salpetersäure auch für die Silberbestimmung zu verwerfen. Die Elektrolyse in salpetersaurer Lösung als aussichtslos von vornherein abzulehnen, liegt mithin kein ausreichender Grund vor.

Eine andere Frage ist die, warum die schwefelsaure Lösung der salpetersauren so überlegen scheint. Für die erstere sprechen die Resultate Brunk's, gegen die letztere führt derselbe Autor keine Belege an, sondern stützt sich im wesentlichen auf die, wie soeben nachgewiesene, irrtümliche Ansicht über die Schädlichkeit der Depolarisatoren. Hingegen kann ich auf Grund meiner eigenen, zahlreichen Versuche mitteilen, daß es mir in der Tat nicht gelungen ist, bei sorgfältiger Innehaltung der von Küster und von Steinwehr angegebenen Versuchsbedingungen wirklich brauchbare Niederschläge zu erhalten. Netzelektroden waren noch weniger geeignet als Schalen. Es fällt schwer, angesichts der präzisen, auf ein umfangreiches Material gestützten Angaben der genannten Autoren

den Grund der Mißerfolge in einem prinzipiellen Mangel ihrer Methode zu suchen. Am nächsten liegt die Annahme, daß die zulässige Maximalspannung infolge irgend eines Irrtuns zu hoch angegeben ist; denn es zeigt sich, daß man nur dafür zu sorgen hat, daß 1,25 Volt nicht überschritten werden (wenigstens in den ersten Stadien der Elektrolyse), wenn man einwandfreie Niederschläge erhalten will. Im Einklang hiermit stehen auch die Messungen der anfänglich hindurchgehenden Ströme. Sie waren bei mir stets wesentlich höher, als die oben genannten beiden Autoren angeben. Nun habe ich aber nicht, wie jene, mit einer Thermosäule gearbeitet, sondern teils mit einem Akkumulator, der durch einen passenden Widerstand geschlossen war, von dem das Bad an geeigneten Stellen abgezweigt wurde, teils mit Edisonsammern. Da hier der innere Widerstand des stromliefernden Systems andere, und zwar niedrigere Werte haben wird, als bei Küster und von Steinwehr, erklärt sich ungewöhnlich die relativ hohe Badspannung und damit die relativ große Stromstärke im Anfang des Prozesses. Auch führt ich die mangelhafte Beschaffenheit vieler meiner Niederschläge nicht so wohl auf die Bildung von Schwamm, sondern vielmehr auf die Entstehung größerer, lose sitzender Krystalle, die ich „Flitter“ nennen will, zurück. Ich verstehe dabei unter „Schwamm“ diejenigen äußerst zarten, losen Gebilde, die bei der „Störung“ der Krystallisation durch die Abscheidung von Gas (hier Wasserstoff) entstehen, unter „Flitter“ dagegen die bei ungestörter, aber zu rascher Abscheidung sich ausbildenden, langen Krystallnadeln, die bei leicht krystallisierenden Metallen, wie Silber, mit Vorliebe erscheinen. Dennoch würde es darauf ankommen, im Anfang der Elektrolyse die Stromstärke klein genug zu halten, und tatsächlich gibt ja auch Brunk an, daß man über 100, allerhöchstens 200 Milliampere nicht hinaus gehen soll und erforderlichenfalls Widerstände vorzulegen hat. Genau dieselbe Maßregel habe ich auch bereits angewandt, und zwar mit merklichem Erfolge. Nun wird auch die bessere Wirkung der zuerst benutzten kleinen Versuchsplatten durchaus verständlich; denn damals blieben die Stromstärken stets unter dem oben genannten Betrage. Ich bemerke noch, daß ich in der Regel Silbermengen von etwa 0,25 g abgeschieden habe.

Alles in allem wird man also sagen dürfen, daß das Problem der Abscheidung des Silbers aus salpetersaurer Lösung noch mancherlei offene Fragen birgt, deren Beantwortung eine planmäßige, gründliche Durcharbeitung erfordert. Gleichzeitig erklärt dieser Umstand auch, weshalb ich mich zu so umständlichen, zeitraubenden Versuchen genötigt sah, denen Brunk seinen publizistischen Vorsprung verdankt. Ich kann es jedenfalls nicht als berechtigt anerkennen, wenn über eine Methode auf Grund einer ungenügend motivierten Ansicht (Schädlichkeit der Depolarisatoren) zur Tagesordnung übergegangen wird. Für nutzbringender halte ich es, vorhandenen Schwierigkeiten auf den Grund zu gehen, wenn auch der praktische Nutzen hinsichtlich der analytischen Verwendbarkeit nicht sogleich zutage tritt.

Einiges, was zur Klärung der Sachlage beitragen kann, sei hier noch erörtert.

<sup>4)</sup> Zur Elektroanalyse des Kupfers, Dissertation, Münster 1907.

Es wird jedem Elektroanalytiker wunderbar erscheinen, daß die Elektrolyse in schwefelsaurer Lösung unter ganz gleichen Bedingungen (Edisonsammler, Netzelektroden) mit so viel niedrigerer Stromstärke und damit in einer für die Brauchbarkeit des Niederschlags günstigeren Weise vor sich geht, als in salpetersaurer. Die Ionisationsverhältnisse der Silbersalze spielen keine ausschlaggebende Rolle. Der Grund liegt vermutlich in den Vorgängen an der Anode. In schwefelsaurer Lösung haben wir anodisch einfach Sauerstoffabscheidung, in salpetersaurer bei Abwesenheit von Alkohol ebenfalls. In letzterer wird das Anodenpotential höher sein, was aus der Superoxydbildung hervorgeht. Falls nun nicht etwa mit der Abscheidung von Superoxyd ein dauernder Abfall des Anodenpotentials eintritt (wenn das Superoxyd bei niedrigem Potential wieder verschwände, wären die Voraussetzungen für periodische Erscheinungen gegeben), ist somit in den beiden genannten Fällen eine kathodische Abscheidung von Wasserstoff und damit Schwammbildung ausgeschlossen. Lediglich Metallflitter kann zu Unbrauchbarkeit der Niederschläge führen. Nun wird aber zur Vermeidung der Superoxydbildung Alkohol zugesetzt, der das Anodenpotential erniedrigt. Infolgedessen ist bei der gleichen Badspannung und sonst gleichen Verhältnissen die arbeitende Spannung (Badspannung minus Polarisationsspannung) in salpetersaurer Lösung höher als in schwefelsaurer, und damit auch die Stromstärke. Endgültigen Aufschluß über die Richtigkeit dieser Ansicht werden erst Potentialmessungen geben, die ich mir vorbehalten möchte. Dann ist aber auch der Weg, der zum Zwecke der Abstellung der noch vorhandenen Unzulänglichkeiten eingeschlagen werden müßte, vorgezeichnet. Bei Gegenwart von Alkohol habe ich auch tatsächlich Schwamm beobachtet. Er ist durch seine Struktur und seine gelbliche oder grauliche

weiße Färbung vom Flitter schon äußerlich unterschieden.

So darf denn die von mir begonnene und noch weiterhin beabsichtigte Bearbeitung der Elektrolyse salpetersaurer Silberlösungen auch angesichts der Erfolge Bruns wohl keineswegs als überflüssig gelten. Ganz kurz sei noch erwähnt, daß die Elektrolyse am monatlichen Silberlösungen mit dem Edisonsammler nach meinen bisherigen Erfahrungen keine Schwierigkeiten bietet. Auch dieses Gebiet behalte ich mir vor. Endlich gibt Bruns noch an, in welcher einfachen Weise er das Erwärmen der Bäder vornimmt. Denjenigen Laboratorien, in denen viel elektrolytisch gearbeitet wird, dürfte diese Art der Erhitzung nichts Neues bieten; ich verwende sie z. B. schon seit etwa zehn Jahren. Da aber meines Wissens darüber niemals etwas veröffentlicht worden ist, so wird sicherlich mancher die gegebene Anregung dankbar aufnehmen.

M a r b u r g a. L.

#### N a c h s c r i f t b e i d e r K o r r e k t u r.

Bezüglich einiger Punkte der vorstehenden Erörterungen teilt mir Herr Bruns, den ich von meiner Notiz in Kenntnis setzte, brieflich mit, daß nach seiner Methode 0,1 g Silber in weniger als einer Stunde, 0,4 g in 2 bis 3 Stunden abgeschieden werden können, daß seine Ansprüche an einen brauchbaren Niederschlag nicht geringer als die meinigen sind, und endlich, daß er eine messende Untersuchung der Silberfüllung, auch in schwefelsaurer Lösung, nur mit Befriedigung begrüßen würde.

Im Einverständnis mit Herrn Bruns gebe ich von diesen Tatsachen im Interesse weiterer Klärung der Sachlage Kenntnis. A. Thiel.

[A. 215.]

## Wirtschaftlich-gewerblicher Teil.

### Jahresberichte der Industrie und des Handels.

**Verein. Staaten.** Die Mineralproduktion hatte nach dem Bericht des geologischen Vermessungsamtes i. J. 1909 (1908) einen Gesamtwert von 1 885 925 000 (1 595 049 000) Doll. Er verteilte sich wie folgt (die Werte sind in 1000 Maßeinheiten angegeben): Metalle 753 427 (549 928) Doll. und zwar: Roh-eisen 25 795 (15 936) long t (von 1016 kg) = 419 175 (254 321) Doll. Silber 54 721 (52 441) Troy-Unzen = 28 455 (28 051) Doll. Gold 4822 (4574) Troy-Unzen = 99 673 (94 560) Doll. Kupfer 1 092 952 (942 571) Pfd. = 142 084 (124 419) Doll. Blei 354 (311) sh. t (von 907,2 kg) = 30 460 (26 104) Doll. Zink 230 (191) sh. t. = 24 864 (17 930) Doll. Quecksilber 21 (20) Flaschen von 34 kg) = 889 (824) Doll. Aluminium (Verbrauchsmenge) 34 210 (111 52) Pfd. = 6575 (2434) Doll. Antimonblei 13 (14) sh. t. = 1231 (1265) Doll. Zinn 5 Doll. Platin 0,638 (0,750) Troy-Unzen = 16 (14) Doll. Nicht-

metalle 1 132 198 (1 044 876) Doll. und zwar: Heizmaterialien: bitumin. Kohle 379 744 (332 574) sh. t. = 405 487 (374 135) Doll. Pennsylvan. Anthrazit 72 374 (74 347) l. t. = 149 416 (158 179) Doll. Naturgas 63 207 (54 640) Doll. Petroleum 182 134 (178 527) Faß (von 159 l) = 128 249 (129 079) Doll. Torf 174 (133) Doll. Baumaterialien: Tonprodukte 166 321 (133 198) Doll. Zement 65 400 (52 911) Faß (von 172,4 kg) = 52 798 (44 478) Doll. Kalk 3466 (2767) sh. t. = 13 786 (11 091) Doll. Sand und Kies 58 461 (36 122) sh. t. = 17 174 (12 135) Doll. Sandkalkziegel 1151 (1030) Doll. Schiefer 5441 (6317) Doll. Stein 71 345 (65 712) Doll. Schleifstoffe: Korund und Schmirgel 1,6 (0,7) sh. t. = 18 (9) Doll. Granat 3 (2) sh. t. = 102 (65) Doll. Schleifsteine 804 (536) Doll. Kieselguhr und Tripel 122 (97) Doll. Mühlsteine 35 (31). Ölsteine u. dgl. 214 (217). Bimsstein 15 (11) sh. t. = 33 (39) Doll. Chemische Materialien: Arsenoxyd 2428 Pfd. = 53 Doll. (nicht spezifiziert). Borax, roher 41 (25) sh. t. = 1534 (975) Doll. Brom 729 (1056)