

Ver. Staaten, Canada . . . . .	11 000
Deutschland, Österreich, Schweiz . . . . .	7 000
Frankreich . . . . .	9 500
England . . . . .	5 000
Italien, Norwegen . . . . .	1 500
	34 000

Neue Verwendungszwecke haben sich nicht gefunden, obwohl die Verwendung für Kühler und sonstige Apparate für die chemische Industrie Fortschritte macht. In Frankreich wollte man die die Soustücke durch eine Aluminiumlegierung ersetzen, ist davon aber wieder abgekommen, weil sich keine geeignete Legierung gefunden hat.

N e u m a n n und O l s e n <sup>112)</sup> haben die Aluminiumgewinnung in größerem Laboratoriumsmaßstabe studiert und auf die in der Praxis vorhandenen Verhältnisse hingewiesen. G r ö p p e l <sup>113)</sup> versuchte, reine Tonerde aus Tonerdesilicaten zu gewinnen, die Tonerde konnte aber nicht kieselsäurefrei hergestellt werden.

## Turmsystem und Kammersystem.

Vergleich der Gestehungskosten von Schwefelsäure.

Von Dr. THEODOR MEYER, Offenbach.

(Eingeg. 14.12. 1911.)

Es ist dankbar zu begrüßen, daß E. Hartmann in dieser Z. 24, 2302 (1911) eine ziemlich eingehende Beschreibung gegeben hat von der Apparatur und der Betriebsweise des O p l s chen Turmsystems der Ersten Österr. Soda-fabrik H r u s c h a u , welches in letzterer Zeit in Interessentenkreisen und darüber hinaus so berechtigtes Aufsehen und Interesse erregt hat. Bedeutet es doch nach langjährigen theoretischen Erörterungen und nach manchen fehlgeschlagenen, zum Teil sehr kostspieligen Versuchen die erste gelungene Lösung des Problems, „Kammersäure“ ohne Kammern zu fabrizieren. Besonders die von O p l erreichte normale Salpeterökonomie — bis dahin die bedeutendste Schwierigkeit — verdient vollste Anerkennung.

Die von Hartmann mitgeteilten zahlenmäßigen Angaben für ein Turmsystem von 18 t Säure 60° oder 22½ t 50° Bé. Tagesleistung = 6480 t 60° oder 8100 t 50° Bé. Jahresproduktion liefern nun die bislang vermißte, höchst erwünschte Grundlage für eine Kalkulation der Gestehungskosten der neuen Fabrikationsmethode und für einen Vergleich derselben mit denjenigen des Bleikammerprozesses. Für letztere dienen mir zum größten Teil die in dieser Z. 22, 1841—1844 (1909) veröffentlichten, sehr sorgfältigen Untersuchungen<sup>1)</sup>, welche im Jahre 1909 an einem Tangentialsystem von 16 000 kg 60° Bé. Tagesleistung = 2500 cbm Kammerraum von mir ausgeführt worden sind. Die Verhältnisse dieses Systems sind,

<sup>112)</sup> Z. f. Elektrochem. 1910, 230; diese Z. 23, 1339 (1910).

<sup>113)</sup> Metallurgie 1910, 59; diese Z. 23, 998 (1910).

<sup>1)</sup> Siehe auch diese Z. 23, 1556 f. (1910).

wo nötig, auf die nur wenig größere Leistung des Turmsystems nach einfacher Proportion umgerechnet. Die angenommenen Einheitspreise für die KW-Stunde (5 Pf<sup>2</sup>), für Preßluft (Kubikmeter von Atmosphärendruck 1 Pf) und für Kühlwasser (Kubikmeter 2 Pf) entsprechen allgemeinen mittleren Verhältnissen und können gewiß nicht als für das Turmsystem ungünstig hoch gerechnet angesehen werden.

A n l a g e k o s t e n . Das Turmsystem erfordert 6 Türe von insgesamt 600 cbm, von denen die mittleren größeren Durchmesser haben, als die äußeren. Es kann angenommen werden, daß das Kammersystem 3 Türe von zusammen 250 cbm Bleiraum braucht, die übrigen 3 Türe von 350 cbm sind daher als den Kammern gleichwertig anzusehen. Für diese wird, im Durchschnitt des ganzen Systems gerechnet, eine Leistung von 8 kg 50%ige Säure pro Kubikmeter angenommen; das entspricht 2811 cbm oder 3 Kammern von je 937 cbm, also etwa 11,0 m Höhe und 10,4 m Weite. Für ein Tangentialsystem mit 2500 cbm Kammerraum war ein Kammer- und Turmgebäude nötig von 22½ m im Quadrat = 507 qm (einschl. Ummauern und Pfeiler), für ein System von 2811 cbm werden dementsprechend 570 qm gebraucht, und zwar von 18 m Höhe bis Dachbinder. Der Quadratmeter Gebäuderaum einschließlich Grundstückswert kann erfahrungsgemäß etwa zu 75 M angenommen werden. Für das Turmsystem hingegen mögen schätzungsweise nur 50 M gerechnet werden, weil nach Hartmanns Angabe der Bau einfacher und billiger ausgeführt werden kann. Wir haben dann also für Grundstückss- und Gebäudekosten einerseits 75 × 570 = 42 750 M, andererseits 50 × 320 = 16 000 M, also eine Differenz zugunsten des Turmsystems von 26 750 M.

Ziehen wir nun die Abweichungen in der Apparatur in Vergleich, so brauchen die 3 Kammern 3 × 620 = 1860 qm Walzblei von i. M. 40 kg pro Quadratmeter = 74 700 kg; in diesem Betrage sind 10% Zuschlag für Laschen, Armaturen usw. enthalten. Bei einem Bleipreise von 34 M pro 100 kg ergibt sich also ein Betrag von 25 296 M; dazu kommen noch an Lötlohn und Montage einschließlich Hilfsleute 5 M pro 100 kg Blei, also 3720 M; ferner für die 3 Kammergerüste 6000 M. Zusammen kosten die Bleikammern demnach 35 016 M.

Die Kosten der übrigen Einrichtung, wie Kammergasleitungen, Säurebehälter und -leitungen, Kompressor mit Emulseuren für jeden Turm, Düzenspeisapparatur, Gasfilter, elektrische Installation usw. können wohl als gleich für beide Systeme vorausgesetzt werden, indessen mögen für größere Länge der Leitungen, für die Kühlzirkulationsapparatur (D. R. P. 226 792) und für einen Kühlzylinder vor den Gay-Lussac's der Kammerereinrichtung noch rund 10 000 M zugeschlagen werden; die Kosten derselben, soweit sie den 3 Türen äquivalent ist, beziffern sich dann also auf 45 016 M.

Die Höhe der Türe nehme ich zu 13 m an,

<sup>2)</sup> In der genannten Veröffentlichung waren ursprünglich 7 Pf gerechnet.

die Weite bei Nr. II zu 3,15 m, bei Nr. III und IV zu je 3,50 m, entsprechend einem gesamten Bleiraum von 350 cbm. Es erfordern dann: Nr. II 164 qm Walzblei, Nr. III und IV je 182 qm, insgesamt also die 3 Türme 528 qm Walzblei von ca. 5 mm Stärke = 57 kg/qm-Gewicht, entsprechend 30 096 kg im Preise von 10 233 M. Für Löt- und Montagekosten, zu denen ja auch das Einsetzen des Füllmaterials gehört, genügen hier nicht 5 M pro 100 kg Blei; rechnen wir 8 M, so ergibt das 2408 M.

Als Schamottematerial wird gebraucht:

für die Roste . . . . .	14 000 kg
" " Wandverkleidung . . . .	20 000 "
" " eigentliche Füllung . . .	<u>192 000</u> "
zusammen	228 000 kg.

welche, im Durchschnitt zu 5,50 M gerechnet, einen Betrag von 12 430 M ergeben.

Es kommen dann weiterhin noch hinzu:

für den Unterbau der Türme . . .	ca. 3000 M
für die Gerüste derselben . . . .	" 2000 M
endlich für 3 Emulseure . . . .	" 1500 M

Demnach belaufen sich die Anlagekosten der die Kammern ersetzenden 3 Türme auf 31 571 M. Wird dieser Betrag abgezogen von 45 016 M, so ergibt sich für die Apparatur eine Differenz von 13 445 M zugunsten des Turmsystems.

Die Anlagekosten desselben stellen sich also um 26 750 M für Grundstück und Gebäude und um 13 445 M für Apparatur, inthin um 40 195 M insgesamt billiger als bei einem Kammersystem von gleicher Leistung.

Hartmann deutet die Möglichkeit einer noch weiter gehenden Verbilligung der Anlagekosten des Turmsystems an, indem er vorschlägt, die Absorptionstürme (Gay-Lussac) ins Freie zu stellen und mit Koks zu füllen, anstatt mit Schamotte, doch kann hierüber wohl hinweg gegangen werden, da solche wenig zu empfehlende Möglichkeit in gleicher Weise für das Kammer-system besteht.

Betriebskosten. Die Kosten für Erzeugung des Röstgases, für Salpetersäure und für Wasserspeisung können als gleich gesetzt werden; über Betriebslöhne macht Hartmann keine Angabe, es mag daher auch davon abgesehen werden. Eine erhebliche Differenz ergibt sich jedoch im Energieverbrauch:

a) Heben und Transportieren der Säure. Nach Hartmann werden hierfür 4000 cbm Luft in 24 Stunden auf  $2\frac{1}{2}$  Atn. komprimiert. Ich rechne dafür pro Kubikmeter 1 Pf., das ergibt 40 M oder für 100 kg Säure 50° Bé. 17,8 Pf. Beim Kammerprozeß stellt sich dieser Posten, bei 5 Pf. für die KW-Stunde, auf nur 4 Pf.<sup>3)</sup>.

b) Für den Exhaustor, der das Gas durch das System zu befördern hat, bieten die Türme natürlich viel größeren Widerstand als die Kammern; die Arbeit ist im ersten Falle = 72 KW-Stunden p. d. entsprechend 1,6 Pf auf 100 kg Säure 50° Bé., im letzteren Falle nur  $20\frac{1}{2}$  KW-Stunden entsprechend 0,5 Pf.; welche sich durch die für

die Kühlzirkulation zu leistende Arbeit auf 0,9 Pf erhöhen.

c) An Kühlwasser verbraucht das Turmsystem i. M. 300 cbm, das Tangentialsystem mit Kühlzirkulation etwa 80 cbm. Bei 2 Pf für den Kubikmeter Wasser ergeben sich somit für 100 kg Säure 50° Bé. beim Turmsystem 2,7 Pf. beim Kammersystem 0,7 Pf.

Wenn wir nun zusammenfassend die Gestaltungskosten, soweit sie voneinander abweichen, in Vergleich ziehen, so gelangen wir zu folgender Aufstellung:

1. Verzinsung und Amortisation:	Kosten für 100 kg Säure 50° Bé.	
	Turm-	Kammer-
10% von 26 750 M Mehrwert von Grundstück u. Gebäude . . . .	Pf	Pf
15% von 13 445 M Mehrwert der Apparatur . . . .	—	2,5
2. Hebung und Transport der Säure . . . .	17,8	4,0
3. Exhaustorarbeit . . . .	1,6	0,9
4. Kühlwasserverbrauch . . . .	2,7	0,7
	<u>22,1</u>	<u>11,4</u>

Demnach stellen sich die Gestaltungskosten von 100 kg Säure 50° Bé. beim Turmsystem um 10,7 Pf höher als beim Kammersystem, oder auf Säure von 60° Bé. bezogen, um 13,4 Pf.

Es ist leicht zu sehen, daß es in der Hauptsache der bedeutend größere Energieverbrauch für Säurehebung ist, der dies Resultat herbeiführt, während im übrigen nahezu ein Ausgleich stattfindet. Ich finde hier eben nur bestätigt, was bereits vor Jahren vorausgesagt worden ist, so von mir<sup>4)</sup> und von H. Petersen<sup>5)</sup>. Könnte man an Stelle der höchst unökonomischen Arbeitsweise mit komprimierter Luft die Hebung der Säure mittels gut konstruierter mehrstufiger Zentrifugalpumpen, sogenannter Turbinen- oder Turbo-pumpen, bewirken, so würden die Mehrkosten beim Turmsystem um etwa 12 Pf verringert werden können. Aber bis diese Verbesserung, um welche auch ich mich, bislang jedoch ohne Erfolg, bemüht habe<sup>6)</sup>, erreicht ist, muß damit gerechnet werden, daß die Fabrikationskosten des Olschen Turmsystems sich etwas höher belaufen, als bei einem guten Kamersystem der Fall ist.

Es ist nun bis jetzt ein Umstand außer acht gelassen, der noch eine weitere Erhöhung der Gestaltungskosten bedingt, wenigstens für die nächste Zeit, nämlich die Lizenzgebühr. Da aber Hartmann hierüber keine Angabe gemacht hat, will ich mich auf den Hinweis beschränken, daß bei dem von uns in Betracht gezogenen System die 100 kg Säure 50° Bé. pro 10 000 M Lizenzabgabe (bei 15% Zinsen und Amortisation) um rund 2 Pf verteuer werden.

Es muß nun die Frage gestellt werden: Stehen diesen höheren Fabrikationskosten des Olschen

<sup>4)</sup> Diese Z. 22, 1844 (1909).

<sup>5)</sup> Diese Z. 22, 1962 (1909).

<sup>6)</sup> Diese Z. 23, 1557 u. 1558 (1910).

Systems Vorzüge gegenüber, und welche sind dies eventuell?

Die Propaganda legt besonderen Nachdruck darauf, daß sämtliche Säure mit einer Konzentration von 60° Bé. gewonnen werde. Darin kann ich keinen Vorzug erblicken, denn das gleiche Resultat läßt sich auch im Kammersystem erreichen, besonders bei heute üblichem heißgehenden Glover. Aber ich habe sogar ein System gesehen, welches einen 18 m langen, also Wärme vergeudenden Kanal zwischen Öfen und Glover besitzt und trotzdem seine ganze Produktion als Gloversäure von 60° Bé. lieferte. Ob eine solche Arbeitsweise besonders vorteilhaft ist, mag außerhalb der Erörterung bleiben.

Innig verknüpft mit dieser Gewinnung der Säure von 60° Konzentration ist die bekannte Tatsache, daß die gesamte Produktion als unreine Säure von der Qualität der Gloversäure erhalten wird. Damit aber beschränkt sich ihr Absatzgebiet im wesentlichen auf die Superphosphatindustrie; und auch da ist noch zu erwägen, daß der höhere Eisengehalt, den man im Rohphosphat perhorresziert, die Qualität des Superphosphats nachteilig beeinflußt.

Eine andere Frage, über die jedoch heute noch kein abschließendes Urteil gefällt werden kann, ist die der Reparaturen. Wahrscheinlich ist immerhin, daß die mit Schamotte gefüllten Türme und die für die Säurezirkulation außerdem nötige Einrichtung häufiger Reparaturen erleiden und zu Betriebsstörungen Anlaß geben werden als leere Kanümen.

So bleibt m. E. nur ein Vorzug des Turmsystems übrig, der rückhaltlos anerkannt werden muß, nämlich die Tatsache, daß dasselbe weniger Raum beansprucht als das Kammersystem. Bei beschränkten räumlichen Verhältnissen wird also, falls kein Wert auf Reinheit der Säure gelegt zu werden braucht, das Opelsche Turmsystem vor dem Kammersystem den Vorzug erhalten.

Wenn ich bei meiner vergleichsweisen Berechnung der Gestehungskosten nicht zu einem günstigeren Urteil für das Opelsche System gelangt bin, so ist dies nicht etwa die Folge voreingenommener Behandlung. Ich habe Hartmanns Angaben anstandslos akzeptiert und mich bemüht, meine Untersuchung so unparteiisch und gewissenhaft als möglich auszuführen und sehe mit lebhaftem Interesse den Einwänden und Ergänzungen entgegen, die etwa von anderer Seite geltend gemacht werden können, und die dann wohl zu einer endgültigen Klarstellung des aktuellen Themas „Turmsystem und Kammersystem“ Veranlassung geben werden. [A. 223.]

## Schnellmethode für Zinkbestimmung.

Von Dr. K. Voigt, Hannover.

(Eingeg. 8.1. 1912.)

In dieser Z. 24, 2471 (1911) bringt V. Ha Breidter, Trooz, gegen meine unter obigem Titel in der Z. 24, 2195 ff. (1911) veröffentlichte Methode der Zinkbestimmung den Einwand vor, daß dabei

wegen der Rückbildung von Zinksilicat bei Anwesenheit hydratischer Kieselsäure weniger Zink gefunden würde als vorhanden sei. Diese Behauptung entbehrt der tatsächlichen Begründung, wie für den aufmerksamen Leser bereits aus meinen damaligen Angaben hervorgeht. In beiden Spalten der Seite 2197 meiner Veröffentlichung sind Resultate angegeben, die bei aussführlichem Analysengang, worunter ich auch die vorherige Abscheidung der  $\text{SiO}_2$  durch Abdampfen, Erhitzen auf 120° und Wiederaufnehmen mit HCl verstehe, erhalten wurden. Diese Resultate zeigten keinen wesentlichen Unterschied gegenüber den an gleicher Stelle angegebenen Ergebnissen meiner Schnellmethode, obwohl in den meisten Fällen bedeutende Mengen durch Säure aufschließbarer Silicate vorhanden waren. Ferner enthielten die mehr als 150 von mir nach meiner Schnellmethode untersuchten Schlacken zuweilen nur wenige Zehntel und selten mehr als wenige Prozente an Zink, dagegen stets 30–40% an „löslicher“ Kieselsäure, so daß der, wie a. a. O. angegeben, unter Zuhilfenahme von Porzellanschale und Pistill bewirkte Aufschluß eine steife Gallerte bildete.

In diesen zahlreichen, für die Rückbildung von Zinksilicat so günstigen Fällen hätte, wenn die Ausführungen von Ha Breidter zutreffend wären, die beim direkten Einspülen des Aufschlusses in den Maßkolben, Übersättigen mit Ammoniak, Auffüllen und Filtrieren erhaltene Lösung überhaupt kein Zink mehr enthalten können. Statt dessen war nicht nur solches vorhanden, sondern auch in derselben Menge, welche „ausführliche“ Analysen anzeigen. Wie ich des weiteren erklärte, ist dies Zink nicht nur „titriert“, sondern auch bei den fortlaufend ausgeführten Kontrollanalysen als phosphorsaures Zinkoxyd-Ammoniak in Substanz abgeschieden worden, so daß jede Täuschung ausgeschlossen ist.

Demnach kann, entgegen der Ha Breidterschen Ansicht, von einer Rückbildung von Zinksilicat und Eingehen desselben in den gebildeten Niederschlag von Kieselsäure, Eisenoxyhydrat, Tonerde und Bleihydroxyd, also von einem Zinkverlust bei meiner Schnellmethode nicht die Rede sein.

Wodurch nun der Gegensatz zwischen den früheren Ha Breidterschen Versuchen und meinen jetzigen, zweifellos feststehenden Ergebnissen herverufen ist, läßt sich natürlich ohne eingehende experimentelle Prüfung, wozu es mir jetzt an Zeit fehlt, nicht genau sagen. Immerhin glaube ich, auf die Ursache einen Schluß machen zu können, der nicht sehr weit von der Wahrheit entfernt bleiben dürfte.

Arbeitet man nämlich titrimetrisch nach Schaffner, so ist ein großer Überschuß an Ammoniak zu vermeiden, weil sonst die Erkennung des Schwefelnatriumüberschusses erschwert resp. unmöglich wird. Nach der von Ha Breidter angeführten und offenbar auch bei seinen Versuchen ständigen befolgten Vorschrift wird daher nach „Übersättigung“ der sauren Erzlösung mit Ammoniak der Kolbeninhalt mit Wasser aufgefüllt, während bei meiner Methode zur Auffüllung Ammoniak 1 : 3 (auch konzentrierteres schadet nicht) Verwendung findet.