

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige

Handbuch der Schwefelsäure-Fabrikation

Lunge, Georg

Braunschweig, 1903

Dreizehntes Kapitel. Betriebsresultate der Schwefelsäurefabrikation

Anordnung arbeitet der Kessel *L* mit Niederdruck und sendet den Dampf durch das Rohr *g* direct in die Kammern, während der Kessel *L'* mit höherem Druck arbeitet und den Dampf durch das Rohr *h* für die Luftpumpe *M* liefert; der Abdampf von derselben geht durch *i* in das Rohr *g* und wird so ebenfalls für die Kammern ausgenutzt. Die Vertheilung des Dampfes in den Kammern erfolgt durch die Hähne *kk*.

Die meisten der in Fig. 366 gegebenen Einzelheiten erklären sich selbst. Die Zeichnung ist im Maßstabe 1 : 63 gemacht und kann als Grundlage für wirkliche Projecte dienen, da nur einige der kleineren Einzelheiten, wie die Metallstärke u. s. w., übertrieben groß angegeben sind. Die Anordnung ist der Art, daß die Dampfkessel, Thürme, Säurebehälter u. s. w. auf der einen Seite angebracht sind, und mithin ein zweites Kammer-System mit seinen Defen auf der anderen (im Grundriß der rechten) Seite gebaut werden kann, wobei man dieselben Kessel, Säurebehälter und Druckkessel verwendet und die neu nothwendig werdenden Thüren mit denjenigen des ersteren Systems in eine Reihe bringt, was die Beaufsichtigung sehr erleichtert und an Arbeit spart.

Dreizehntes Capitel.

Betriebsresultate der Schwefelsäurefabrikation.

Es kommen für die Betriebsresultate der Schwefelsäurefabrikation folgende Factoren in Anschlag:

die Kosten des Rohmaterials (Schwefel oder Pyrit),
 der Verbrauch von Salpeter,
 derjenige von Kohlen,
 der Arbeitslohn,
 die Abnutzung der Apparate,
 Capitalzinsen, Generalkosten zc.,
 das Ausbringen an Schwefelsäure.

Es sei zunächst der Salpeterverbrauch und das Ausbringen besprochen. Es muß freilich von vornherein darauf hingewiesen werden, daß die Vergleichung der Angaben aus verschiedenen Quellen ganz ungemein dadurch erschwert wird, daß ganz verschiedene Grundlagen der Berechnung angenommen werden. Die Einen rechnen sämmtlichen in der Beschickung enthaltenen Schwefel, die Anderen nur denjenigen Antheil, welcher wirklich verbrannt ist, indem der in den

Rückständen enthaltene Schwefel nicht berücksichtigt wird. Diese Art der Berechnung ist zwar in der Theorie viel rationeller, in der Praxis aber weniger brauchbar als die erstere; man weiß nämlich doch ganz genau, wie viel Pyrit und wie viel Schwefel darin man in die Oefen einbringt, aber da der Gehalt der Rückstände an Schwefel wechselt, so weiß man nicht genau, wie viel verbrannt ist. Ferner handelt es sich doch nicht allein darum, wie der Kammernproceß selbst, sondern auch darum, wie der Röstproceß geführt worden ist, von welchem der größere oder geringere Gehalt an Schwefel in den Abbränden abhängig ist. Wir werden also im Folgenden alle Angaben, soweit es aus den Quellen ersichtlich ist, auf den in der Beschreibung enthaltenen Schwefel zurückführen. Der Natronsalpeterverbrauch wird dann entweder in Procenten von reinem NaNO_3 , oder in Procenten von käuflichem Natronsalpeter angegeben, und bei dem letzteren entweder 95%, 96% oder 97 procentige Waare zu Grunde gelegt; auch hier also wieder eine, freilich nicht so bedeutende Quelle von Unsicherheit und Abweichungen. 100 Theilen Natronsalpeter entsprechen immer 63,53 Thle. N_2O_5 oder 74,12 Thle. NO_2H oder 134,76 Thle. Salpetersäure von 37° B. (34,5° D.) (bei 15° gemessen).

Am schlimmsten steht es mit der Berechnung der producirten Schwefelsäure. Nicht nur wird diese einmal auf 50 grädige (53° D.), ein anderes Mal auf 60 grädige (71° D.), ein drittes Mal auf käufliche 66 grädige, ein viertes Mal auf wirkliches Monohydrat berechnet, sondern die Berechnung geschieht nach höchst abweichenden, oft ganz falschen Tabellen (s. oben S. 106) und oft wird gar nicht angegeben, ob unter 66 grädiger Säure solche von 93 bis 94 Proc., oder „wirkliche 66 grädige Säure“ von 96 bis 98 Proc., oder wirkliches Hydrat SO_4H_2 verstanden sei. Im Folgenden soll, soweit es möglich ist, den Quellen zu folgen, alles auf die einzig rationelle Grundlage, nämlich auf Monohydrat (SO_4H_2), bezogen werden. Sehr häufig berechnen solche Fabriken, welche gar keine Schwefelsäure verkaufen, und alle solche zur Sulfatfabrikation verwenden, ihr Ausbringen nur indirect nach der Quantität des damit zersetzten Kochsalzes, nach mehr oder weniger willkürlichen festen Annahmen über die pro Einheit des Salzes verbrauchte Menge von Schwefelsäure. Als solche Einheit wird z. B. in einigen der größten englischen Fabriken, welche mit Sulfatflamöfen arbeiten, 81,33 Thle. SO_4H_2 auf 100 Thle. Kochsalz angenommen. Nun braucht man aber z. B. bei Muffelöfen entschieden weniger Schwefelsäure als bei Flammöfen, und doch nimmt eine große Fabrik im Elsaß bei Muffelöfen nur 74 Proc. 66 grädige Säure (84° D.) auf das Sulfat = 85,8 Proc. 66 grädige Säure oder 80,8 Proc. wirkliches SO_4H_2 auf das Kochsalz an, was obiger Zahl fast gleich kommt. Hierdurch kommt wieder Unsicherheit in die Berechnung. Consequentermaßen ist man denn neuerdings in den englischen Fabriken dazu übergegangen, die Schwefelsäure ganz zu überspringen und das Ausbringen von Sulfat auf den verbrannten Pyrit, resp. den darin enthaltenen Schwefel, als allein maßgebend anzusehen. Natürlich läßt sich dies aber nur da thun, wo sämtliche erzeugte Säure für die Sulfatfabrikation angewendet wird.

Ist wird auch nicht erwähnt, ob der zur Zersetzung des Natronsalpeters angewendete Antheil von Schwefelsäure, welcher die Fabrik in Gestalt

von saurem Natriumsulfat verläßt, mit eingerechnet worden sei; wo es möglich war, es zu verfolgen, ist im Folgenden dieser Antheil mit berechnet worden.

Selbstverständlich ist in dem Folgenden nicht Alles enthalten, was sich in der Literatur an Angaben der betreffenden Art zerstreut findet; doch genügt jedenfalls das Mitgetheilte, um ein Urtheil über die Sachlage zu gewinnen.

I. Verbrauch von Natronsalpeter

(vergl. auch die Angaben im sechsten Capitel, S. 341).

1. Bei Anwendung von Rohschwefel.

a) Ohne Wiedergewinnung der salpetrigen Gase.

Auf 100 Theile beschickten Schwefels:

6 bis 9 Theile nach Knapp (Chem. Technol. 1866, I, 2, 298). Mindestens 6, bisweilen 7,5 Theile. nach Schwarzenberg (S. 400). 6 bis 8 Theile. nach Payen (1877, I, 322). 7 bis 8 Theile. nach Scheurer-Kestner (Wurtz, Diction. de Chim. 3, 158). 8 bis 9 Theile. nach Richardson und Watts (Chem. Technol. 3, 318). 10 Theile. nach Wright (Chem. News 16, 93). Die meisten der im englischen amtlichen Berichte für 1888 aufgezählten Werke verbrauchten 9 bis 10 Theile.

b) Mit Wiedergewinnung der salpetrigen Gase.

4 bis 5 Theile. nach Knapp (a. a. O.). 3 Theile. nach Schwarzenberg (S. 401). 5 Theile. nach Payen (S. 322). 3 bis 4 Theile. nach Scheurer-Kestner (a. a. O.). In mehreren von mir im Jahre 1890 besuchten amerikanischen Fabriken wurden 3 Theile. verbraucht.

2. Bei Anwendung von Pyrit.

a) Ohne Wiedergewinnung der salpetrigen Gase.

In den Okerhütten 1857: 14,4 Theile. auf 300 concentrirte Säure (nach Knapp, S. 344). In den Okerhütten 1859 bis 1863 13,4 Theile. auf 300 concentrirte Säure (nach Muspratt-Stohmann, 3. Aufl., 6, 298). Nach Schwarzenberg (S. 432) 10 Theile. auf 100 Schwefel im Pyrit. Nach Payen (S. 322) 9 bis 11 Theile. Nach Scheurer-Kestner (a. a. O.) 12 bis 14 Theile. Nach Wright (s. o.) in verschiedenen Fabriken bei Pyrit von 45 bis 50 Proc.: 8,5 Theile.; bei solchem von 30 bis 45 Proc.: 10 bis 12 Theile.; bei 35 Proc.: 12,5 Theile.; bei einem nicht gut reparirten Systeme im ersten Jahre 9,31, im zweiten 9,84, im dritten 10,02 Theile. Nach Gossage (bei Richardson und Watts, S. 317) 13,3 Theile. für 30 proc. inländischen Kies. Nach eigenen Erfahrungen des Verfassers 10,8 Theile.; nach denen von

Nachbarfabriken 10,5 bei Schlich, 9,4 bei Stufferz, alle drei für 40 = bis 50 proc. Rieß geltend. Nach Privatnachrichten in französischen Fabriken pro 100 kg 50 grädiger Säure 1,5 bis 1,97 kg guter Natronsalpeter, oder auf 100 Thle. des angewendeten Pyrites (52,12 kg von 44,44 Proc. Schwefelgehalt), 2,9 bis 3,8 kg oder auf 100 Thle. Schwefel 6,5 bis 8,5 kg. (Diese Zahlen scheinen viel zu günstig zu sein, namentlich im Vergleich zu den aus derselben Quelle stammenden Zahlen für Fabriken, welche mit Gay-Lussac arbeiten.) Vergl. auch unten Naville's Zahlen (S. 699).

b) Mit Wiedergewinnung der salpetrigen Gase.

Nach Schwarzenberg (S. 432) 5 Thle. Nach Payen (S. 322) 7 Thle. Nach Scheurer-Kestner 7 bis 8 Thle.; bei höheren Thürmen weniger (a. a. O.). Nach Glover (mit Anwendung seines Thurmes) 3,8 Thle. Nach eigenen Erfahrungen des Verfassers bei nicht ganz zureichendem Absorptionsraume 3,5 bis 4,5 Thle.; bei Betriebsstörungen, schlechtem Zustande der Kammern zc. bis 6, selbst 7 Thle. Nach dem von ihm eingesehenen Fabrikationsbuche eines der größten und besten Schwefelsäurefabrikanten (im Jahre 1875) 3,57 Thle. (mit Gay-Lussac und Glover). Nach R. Walter (früher in Ruysbroeck bei Brüssel) 0,7 Thle. für 100 Thle. 66 grädige Säure = 2,04 Thle. auf 100 Schwefel in 44 proc. Pyrit. In den Ockerhütten nach Bräuning 1877 bei schwefelreicheren Erzen 3,75 bis 4,5 Thle., bei bleiischen und melirten Erzen 4,5 bis 6 Thle. auf 100 Schwefel. Nach Privatnachrichten aus französischen Fabriken pro 100 kg 50 grädiger Säure 0,9 bis 1,24 kg, pro 100 kg Pyrit 1,73 bis 2,38 kg, pro 100 kg chargirtem Schwefel 3,85 bis 5,37 kg Salpeter. Nach selbst gesammelten Notizen von 1878 in deutschen Fabriken mit Gloverthurm, auf 100 Schwefel 2,3 bis 3,1 Salpeter, ohne Gloverthurm 3,5 bis 4 Salpeter; in englischen Fabriken, sämmtlich mit Gloverthurm (es wurden nur die besten besucht); in Lancashire braucht man häufig 5 Proc. (vergl. die Tabelle im sechsten Capitel, S. 341), fast genau 3 Proc., bei Anwendung von extra großen Gay-Lussacsthürmen (S. 465) 2,2 Proc.; in französischen Fabriken mit Gloverthurm 2,7 Proc., ohne Gloverthurm 4,2 bis 4,7 Proc. des chargirten Schwefels.

In den letzten Jahren habe ich viele Angaben gesammelt, wonach gut geführte englische Fabriken 2,5 bis 3,5 Thle. verbrauchen. In einer Fabrik wollte man gar nur 6,75 kg Salpeter auf 1000 kg Schwefelsäure, also weniger als 1,5 Proc. des Schwefels brauchen, mit nur wenig über 1 cbm Kammerraum für 1 kg Schwefel und einem Ausbringen von 2075 kg 96 proc. Sulfats auf 1000 Pyrit.

Eine sehr gut geführte deutsche Fabrik, welche besonders große Absorptionsapparate und 1 cbm Kammerraum besitzt, verbraucht nur 1,8 bis 2,2 Proc. NaNO_3 auf 100 verbrannten Schwefel.

Im Winter wird immer etwas weniger Salpeter als im Sommer gebraucht. Ein irgend erheblicher Unterschied für Anwendung von Salpetersäure oder von Salpeter kann nicht constatirt werden; eher scheint der Vortheil auf Seiten des Salpeters zu liegen, wenn man nicht die Salpetersäure als solche, sondern den salp. Fabrikation angewendeten Salpeter zur Vergleichung heranzieht.

II. Ausbringen an Schwefelsäure (SO_4H_2).

(Theorie = 306,25 Theile auf 100 Schwefel.)

1. Aus Rohschwefel.

Nach Knapp (S. 343) zwischen 290 bis 300, im Mittel 296 Theile; 300 nicht selten, 290 schon ungünstig, die Zahlen beziehen sich nur auf den verbrannten Schwefel, sowie auch jedenfalls die folgenden.

Nach Schwarzenberg (S. 402) 297 Thle. SO_4H_2 = 319,35 Thle. Säure von 66° B. oder 93 Proc. SO_4H_2 .

Nach Payen (1877, I, S. 321) „gewöhnlich 296 bis 300 Thle.; man hat selbst die theoretische Quantität erhalten“ (?!). Nach Scheurer-Nestner (a. a. O.) 290 bis 300 Thle.

In einigen von mir 1890 besuchten amerikanischen Fabriken wurde das Ausbringen = 305 Thle. H_2SO_4 angegeben, was nur auf unrichtigen Tabellen beruhen kann.

2. Aus Pyrit.

In den Okerhütten 1857 auf 1,89 Ctr. Erz 1 Ctr. Säure von 66° (Knapp, S. 344); 1859 bis 1863 1,729 Ctr. Erz auf 1 Ctr. Säure von 66° (Musspratt = Stohmann 6, 298; genauere Tabellen auch daselbst, S. 273). 1877 wurden nach Bräuning aus 100 Schwefelkies 160 Thle. Kammerfäure von 50° B. erhalten; aus 100 schwefelreichen Kupfererzen 140 bis 150 Thle., aus 100 melirten Erzen 90, aus 100 Bleierzen 70 Thle. Kammerfäure. Der Schwefelrückhalt beträgt bei den (stets etwas bleiglanzhaltigen) Riesen 6 Proc., bei den übrigen Erzen 10 bis 12 Proc.

In vier belgischen Fabriken 1854 (officieller Bericht) auf 100 beschickten Schwefel im Pyrit: 242, 237, 259 und 238 Thle. SO_4H_2 . Dagegen waren dieselben Fabriken durch verbesserte Einrichtungen im Jahre 1874 dahin gekommen (nach Chaudelou, in Wagner's Jahresber. f. 1874, S. 274) folgende Ergebnisse zu erzielen: 87,81 — 92,17 — 85,50 — 89,30 Proc. der theoretischen Quantität oder 268,8 — 282,4 — 261,8 — 273,5 Säure SO_4H_2 auf 100 S.

Nach Schwarzenberg (S. 433) in den besten französischen Fabriken auf 100 Schwefel in der Beschickung 258,7 Thle., auf 100 wirklich verbrannten Schwefel 283,43 Thle. SO_4H_2 . Genau dieselbe Angabe findet sich bei Payen S. 322 mit dem Bemerkten, daß man für gewöhnlich auf 100 kg 46 proc. Pyrit 110 bis 115 Säure erhalte (= 239,1 bis 250 Thle. SO_4H_2 auf den Schwefel). Nach Scheurer-Nestner (a. a. O.) solle man aus dem wirklich verbrannten Schwefel des Pyrits dieselbe Ausbeute wie bei Rohschwefel erlangen, also 290 bis 300 Thle. (?). Nach Wright erhält man aus reichem

spanischem Kiese 82 bis 84 Thle. des Schwefels als Säure; von dem Verluste von 16 bis 18 Proc. kommen 4 bis 5 Proc. auf den Schwefel in den Abbränden, 12 bis 13 Proc. auf sonstige Verluste. Dies entspricht einem Ausbringen von 251 bis 257,25 SO_4H_2 auf 100 Schwefel in der Beschickung (augenscheinlich mit einem ungenügenden Kammer-systeme). Ein ungenannter Chemiker in den Chem News 14, 22 giebt das Ausbringen aus 30 proc. irländischem Kies auf 82 bis 81,1 Proc. des theoretischen an (einschl. Verlust in den Abbränden).

Nach Ermittlungen des Verfassers theils aus eigener Erfahrung, theils aus den von ihm eingesehenen Fabrikationsbüchern großer englischer Fabriken (wobei jedoch die Menge der Schwefelsäure fast immer nur nach der des damit zersetzten Kochsalzes berechnet war, vgl. oben): a) 238,5 SO_4H_2 auf den Beschickungs-schwefel bei Anwendung von 40 proc. Pyritschlich in Muffelöfen. b) 240,0 mit 42 proc. Stuffsies, beides ohne Gay=Lussacthurm. c) 263,2 (eigene Erfahrung mit Gay=Lussacthurm, aber bei großen Betriebsstörungen). d) 272 bis 275 (eigene längere Erfahrung mit einem Glover= und einem nicht ganz zureichenden Gay=Lussacthurme). e) 276,4 (Durchschnittsertrag einer der größten und besten nordenglischen Fabriken, welche mit Gay=Lussac= und Gloverthurm arbeitet und 301,55 Ertrag auf den wirklich verbrannten Schwefel rechnet). f) Nach Privatmittheilungen (1878) aus verschiedenen der besten deutschen und französischen Fabriken, welche, auf gleiche Größen reducirt, merkwürdig übereinstimmen: 270 bis 272 SO_4H_2 auf den Beschickungsschwefel, oder 285 bis 290 auf den verbrannten Schwefel. Namentlich in wärmeren Himmelsstrichen ist das Ausbringen, auch bei zureichendem Kammer-raume, im Sommer stets etwas geringer (ca. 3 Proc.) als im Winter.

Der Kohlenverbrauch für Kammerdampf allein beträgt 16,3 kg auf 100 kg SO_4H_2 im Durchschnitt von acht französischen Fabriken, welche ohne Gloverthurm arbeiten; in einer englischen Fabrik mit Gloverthurm, aber einschl. des Dampfes für die Luftpumpe, also einschließlich der Concentration bis 60 bis 62° B., betrug das Jahresmittel 17,5 kg auf 100 kg SO_4H_2 .

Andere, theils höhere, theils niedrigere Angaben finden sich im Folgenden.

Naville (in der französischen Bearbeitung dieses Handbuches I, 413) macht folgende Angaben über französische Werke aus der Zeit vor 1880:

	Verbraucht auf 100 Thle. erzeugter H_2SO_4				H_2SO_4 erzeugt	
	Pyrit		Salpeter	Kohlen	auf 100 Thle. S	pro cbm in 24 Stunden
	Thle.	Proc. S	Thle.	Thle.	Thle.	
a	73,00	49,5	1,45	19,0	277	ca. 1,5
b	88,50	42,3	2,70	12,2	267	1,58
c	92,00	41	3,14	13	265,2	2,10
d	95,2	40	2,96	12	262,4	1,60
e	100,00	40	3,10	12	250	1,58
f	93,00	40	2,75	11—12	268,5	1,28

- a) Etagenöfen, Gay-Lussac- und Gloverthurm.
- b) Olivier-Perret's Ofen, keine Thürme.
- c) Desgleichen. Man bemerke das etwas kleinere Ausbringen und den größeren Salpeterverbrauch in Folge geringeren Kammerraumes.
- d) Geringhaltiger Kies, kleine Fabrik, keine Thürme. Jahresdurchschnitt.
- e) Dieselbe Fabrik während des heißesten Monats.
- f) Dieselbe Fabrik, als man weniger Pyrit für denselben Kammerraum verbrannte.

Sorel bemerkt, daß diese Zahlen Naville's nicht den Ergebnissen der besten französischen Fabriken entsprechen. Bei einem der Apparate zu Versaie betrug in den ersten zehn Monaten nach Inbetriebsetzung, wobei man noch die Thürme mit Säure und die Kammern mit Salpeter versehen mußte, das Ausbringen 143,3 H_2SO_4 auf 100 Thle. 50 proc. Kies, mit einem Salpeterverbrauche von 1,03 auf 100 H_2SO_4 und einer Durchschnittserzeugung von 3,359 kg H_2SO_4 auf 1 cbm. Am Ende desselben Jahres machte derselbe Apparat 4,128 kg pro Cubikmeter. Das Ausbringen war 148,81 kg H_2SO_4 auf 100 kg 50 proc. Kies, wobei 0,8 Proc. Schwefel in den Abbränden blieb. Dies bedeutet 301,2 H_2SO_4 auf 100 verbrannten Schwefel, und 0,75 Salpeter auf 100 H_2SO_4 , oder 2,26 Chilisalpeter auf 100 verbrannten Schwefel.

Diese Zahlen, welche aus sehr guter Quelle (den Büchern der Gesellschaft von Saint-Gobain) stammen, sind allerdings erstaunlich günstig, ganz abgesehen von dem merkwürdig kleinen Kammerraume; eine Erklärung dafür, gegenüber den Ergebnissen anderer recht gut geleiteter Fabriken, kann ich nicht geben.

Rienlen (Monit. Scient. 1889, p. 1238) giebt folgende Zahlen über die in den besten Fabriken im Jahre 1889 geleistete Arbeit. Bei gutem Kies und richtig gebauten Apparaten ist das Ausbringen auf 100 Thle. verbrannten Schwefel 295 Thle. H_2SO_4 . 100 Thle. Kies lassen etwa 68 Thle. Abbrände mit einem Durchschnittsgehalte von 1 Proc. Schwefel. Bei Erz von Saint-Vel mit 51,5 Proc. Schwefelgehalt geben 100 Thle. Kies $2,95 \times (51,5 - 0,68) = 150$ Thle. Schwefelsäuremonohydrat, entsprechend einem Ausbringen von 291 H_2SO_4 auf 100 in der Beschickung enthaltenen Schwefel. Der Verlust von 15,25 Thln. oder 4,97 Proc. H_2SO_4 vertheilt sich wie folgt:

Proc. Schwefel als Schwefelsäure erhalten	95,03
„ „ in den Austrittsgasen verloren	3,65
„ „ „ „ Abbränden verloren	1,32
	100,00

Der Durchschnittsverbrauch an Salpeter beträgt in den besten Fabriken 0,90 auf 100 $\text{S}_2\text{HO}_4 = 1,35$ auf 100 Pyrit oder 2,60 auf den Beschickungsschwefel und zwar selbst bei „Intensivbetrieb“, wo man aus 1 cbm Kammerraum in 24 Stunden 3,5 bis selbst 4 kg H_2SO_4 herausbekommt.

Im Folgenden kann ich, durch das Entgegenkommen von Herrn Dr. O. Güssefeld, die Betriebsresultate der Fabriken von Emil Güssefeld in Hamburg und Rastrop (bei Kopenhagen) mittheilen, welche ich aus den mir vorliegenden

Originalausweisen der sechs Jahre 1884 bis 1889 ausziehe. Diese Aufstellungen gewähren gleichzeitig ein recht gutes Beispiel davon, wie derartige Angaben über Betriebsergebnisse zusammengestellt werden sollten.

A. Hamburger Fabrik.

Verwendeter Schwefelkies: Rio Tinto.

Durchschnitt der jährlich verbrannten Menge	2775,6	Tons,
„ des Schwefelgehaltes im Kies	48,8	Proc.,
„ der Menge des Schwefels im verbrauchten Kies	1354,6	Tons,
„ der erzeugten Menge von 50 gräd. Schwefelsäure (53° D.)	6322,2	„
Dieselbe auf H_2SO_4 umgerechnet	3948,2	„
Schwefel in der erzeugten Säure enthalten	1290,0	„
„ verloren	64,6	„
Procent des Schwefels in den Abbränden verloren ¹⁾	2,69	Proc.,
Proc. des S verloren im Kammerproceß	2,03	„
„ „ S „ „ Ganzen	4,71	„
95 proc. Eilispeter verbraucht im Ganzen	50,9	Tons,
„ „ „ in Proc. des Schwefels	3,75	Proc.,
„ „ „ „ von 50 gräd. Säure	0,80	„
Wirkliches H_2SO_4 erzeugt auf 100 Kies	142,5	„
„ „ „ „ 100 Schwefel	291,9	„

B. Rastriper Fabrik.

Schwefelkies verbrannt (Jahresdurchschnitt)	1896,2	Tons,
Schwefelgehalt des Kiesel „	49,2	Proc.,
Menge des im Kiese enthaltenen S (Jahresdurchschnitt)	932,8	Tons,
„ der erzeugten 50 gräd. Säure (53° D.)	4215,2	„
Dieselbe umgerechnet auf H_2SO_4	2534,5	„
Schwefel in der erzeugten Säure enthalten	860,2	„
„ verloren im Ganzen	71,9	„
„ „ in den Abbränden	6,85	Proc.,
„ „ im Kammerproceße	0,90	„
„ „ „ Ganzen	7,75	„
95 proc. Eilispeter verbraucht (Durchschn.)	22,92	Tons,
„ „ „ auf 100 S	2,41	Proc.,
„ „ „ „ 50 gräd. Säure (53° D.)	0,50	„
Wirkliches H_2SO_4 erzeugt auf 100 S	282,9	„
Kohlen verbraucht (Jahresdurchschnitt)	309,4	Tons,

¹⁾ Unter der Annahme von 70 Thln. Abbrände auf 100 frisches Erz; Schwefelgehalt der Abbrände 2,8 bis 4,0 Proc.

Hierzu wird die Bemerkung gemacht, daß die Irrthümer, welche durch Ungenauigkeit in der Inventur, in den Tabellen u. s. w. entstehen können, den Gesamtbetrag um nicht mehr als 4 Thle. H_2SO_4 auf 100 S verändern können, so daß z. B. die Minimalmenge der in der Hamburger Fabrik erzeugten Schwefelsäure möglicherweise statt 291,9 nur 288 Thle. auf 100 S, aber nicht darunter, sein kann.

Die Verluste beim Schwefelsäurebetriebe. Die Ursachen des Verlustes an Salpeterverbindungen sind früher (S. 569) ausführlich besprochen worden. Es sind:

1. Verlust an in die äußere Luft geführten Salpetergasen.
2. Die in der Kammerensäure enthaltenen Stickstoffverbindungen.
3. Die zu Stickoxydul oder Stickstoff reducirten Salpetergase.

Der Verlust an Schwefelsäure selbst, welcher auch in den besten Fabriken mehrere Procent des in Arbeit genommenen Schwefels beträgt, rührt von folgenden Ursachen her:

1. Unvollkommene Verbrennung des Schwefels (Verlust in den Abbränden). Dieser ist früher ebenfalls besprochen worden (S. 212 ff.). Bei Rohschwefel ist dieser Verlust höchst unbedeutend, bei Schwefelkies ist er um so größer, je ärmer die Erze sind, und er schwankt auch sehr stark nach der Construction der Ofen und der Sorgfalt, mit der sie betrieben werden, von 1 bis 10 Proc. und mehr Schwefel auf 100 Kies, oder 2 bis 30 Proc. des Gesamtschwefels. Ein Theil des Schwefels wird übrigens auch oft als solcher sublimirt, findet sich in den Röhren und in der Schwefelsäure selbst und ist factisch immer als Verlust zu betrachten.

2. Verluste an schwefliger Säure durch Undichtheiten der Brenner, Röhren, Kammern zc. Durch schlechten Zug kann viel Verlust entstehen, indem die Thüren der Kieselöfen, Salpeteröfen zc. fortwährend ausblasen. Schlechte Verbindungen von Röhren zc., namentlich aber zu weit getriebene Abnutzung der Kammern führen zu großen Verlusten. Der Verfasser hat Kammern gesehen, welche ihm nach ihrem endlichen Stillstande im Inneren das Bild des gestirnten Himmels darboten, durch die unzähligen kleinen Löcher in ihrer Decke, und Wright (Chem. News 16, 93) hat unabhängig davon genau denselben Vergleich gemacht. Viele Fabrikanten haben keinen Begriff von den großen Verlusten, welche sie auf diesem Wege erleiden, indem sie aus höchst übel angebrachter Sparsamkeit eine Kammer zu lange gehen lassen und nur durch Flickeln nachzuhelfen suchen. Wright fand bei einem Kammer-systeme, welches drei Jahre lang ohne genügende Reparaturen gehen mußte:

	Salpeter für 100 Thle. ver- brannten Schwefel	chem Kammerraum pro kg Schwefel tägl.	Factisches Ausbringen (Theorie = 100)
Erstes Jahr	9,31	1,150	81,5
Zweites Jahr	9,84	1,073	75,4
Drittes Jahr	10,02	1,017	68,4

3. Verluste an SO_2 durch unvollkommene Umwandlung in Schwefelsäure. Ein sehr kleiner Theil dieser SO_2 kann in der Kammer-

säure aufgelöst bleiben, wenn keine Stickstoffsäuren im Ueberschusse sind; der größte Theil nicht in Schwefelsäure umgewandelter schwefliger Säure entweicht aus dem Kamine in die äußere Luft. Der Grund davon kann liegen in unregelmäßiger Fabrikation überhaupt; in Mangel an Salpeter; in unzureichendem Kammerraum; in unzureichendem Zuge u., wie es früher ausführlich erörtert worden ist. Bei Nichtvorhandensein eines Gay-Lussachthurmes sind die Verluste aus dieser Quelle fast immer viel größer, als wenn ein solcher vorhanden ist, aus früher gegebenen Gründen. Die sehr abweichenden Angaben über das Ausbringen an Schwefelsäure erklären sich zum großen Theile allein hieraus.

Kostenaufstellungen für Schwefelsäurefabrikation.

1. Aus Schwefel.

Zu Marseille 1867 (nach Kerl-Stohmann 6, 190):

1000 kg Schwefel	170,00 Francs,
75 „ Natronsalpeter à 40 Francs	30,00 „
100 „ Steinkohle	2,50 „
Arbeitslöhne	4,00 „
Generalkosten	6,50 „
	213,00 Francs

Ausbringen: 4000 kg Säure von 53° B.,
welche also etwa kosten 5,32 Francs die

100 kg = 212,80 Francs.

In Amerika (New York und Philadelphia) nach den „Mineral Resources of the United States“ für 1886, p. 671:

1 Ton (2000 Pfd.) Rohschwefel (98 Proc.)	19,00 Doll.,
50 Pfd. Chilisalpeter	1,25 „
5 Ctr. Kohlen	1,00 „
Arbeitslohn	2,25 „
Aufsicht und Verwaltung	2,00 „
Reparaturen	0,50 „
Capitalzins (für 20 Tons Säure täglich)	4,60 „

Ausbringen: 4½ Tons Säure von 50° B.

(53° D.) = 30,60 Doll.

1 Ton dieser Säure kostet also 6,80 „

[Mithin kostet also 1 Ton wirkliches H₂SO₄ im Zustande von Kammer-
säure 10,60 Doll. oder etwa 50 Mk.]

Die folgende Kostenaufstellung für Säure aus Rohschwefel, bezogen auf eine im Jahre 1888 betriebene amerikanische Fabrik, verdanke ich einer durchaus zuverlässigen Quelle.

Verarbeiteter Rohschwefel, 1 637 127 Pfd.	19 070,00 Doll.
Salpeter, 91 057 Pfd.	1 858,00 "
Schwefelsäure, 60° B. = 71° D. (zur Zerlegung des vorigen), 80 380 Pfd.	402,00 "
Arbeitslohn für Fabrication und Reparaturen	2 096,81 "
Büreaukosten	3 100,00 "
Kohlen, 454 Tons	463,00 "
Öel, Werkzeuge u. s. w.	240,00 "
Materialien für Reparaturen	688,00 "
Abschreibung auf Gebäude, Ofen und Kammern zu 50 Cents auf jede erzeugte Ton Säure	1 721,00 "
Desgl. auf Maschinen, Kessel u. s. w. zu 10 Cents	344,00 "
Versicherung	775,00 "
Capitalzins, 6 Proc. auf 60 000 Doll.	3 600,00 "
Grundrente	204,00 "
Erzeugte Säure 60° B. (71° D.), 6885 373 Pfd. =	34 561,81 Doll.

Also Kosten von 100 Pfd. (= 45,3 kg) Säure, 60° B. (71° D.) 50,2 Cents.

NB. Da das nebenbei erhaltene Bisulfat dort gar keinen Handelswerth hat, so ist dafür nichts abgezogen. Der auffällig hohe Salpeterverbrauch wurde durch einen zu kleinen Gay-Lussachthurm veranlaßt.

2. Aus Pyriten.

In Belgien 1867 nach Lacroix (Muspratt-Stohmann, S. 189):

1000 kg Pyrit von 35 Proc. Schwefel	35,00 Francs
42 " Natronsalpeter à 38 Francs pro 100 kg	15,96 "
150 " Kohlen à 12 Francs pro 1000 kg	1,80 "
Arbeitslöhne	3,00 "
Generalkosten, Reparaturen etc.	3,00 "
	58,76 Francs

Ausbringen: 1365 kg Säure von 53° B. (58° D.);
kosten also 4,30 Francs die 100 kg 58,69 Francs.

In Frankreich 1876 nach Favre (Monit. Scient. 1876, p. 273):

640 kg Pyrit von 35 bis 40 Proc. à 30 Francs pro 1000 kg	19,20 Francs
18 " Natronsalpeter à 38 Francs pro 100 kg	6,84 "
30 " Schwefelsäure von 60° B. (71° D.) zur Zerlegung des Nitrats à 30 Francs die 1000 kg	1,20 "
80 " Kohlen à 30 Francs die 1000 kg	2,40 "
Brechen des Kiefes und andere Handarbeit	3,26 "
Reparaturen und Generalkosten	5,00 "
	37,90 Francs.

Davon geht ab für 20 kg saures Natriumsulfat zu 5 Fres.

die 100 kg 1,00 Francs

Kosten von 1000 kg Säure von 50° B. (53° D.) = 36,90 Francs.

(Die Grädigkeit ist nach Banquelin und D'Arcet berechnet, und entspricht 66 bis 66,45 Proc. SO_4H_2 .)

In England (nach des Verfassers eigener Veröffentlichung, Dingl. polyt. Journ. 214, 472) Kosten pro Ton (1016 kg) von Schwefelsäurehydrat (SO_4H_2).

a) Aus 40 proc. belgischem Pyritschlich im Muffelofen:

1,048 Tons Pyrit à 16 Sh. 8 D.	17 Sh. 5,600 D.
0,022 „ Natronsalpeter à 15 Sh. der Centner	6 „ 7,200 „
0,557 „ Kohlen à 4 Sh. 6 D.	2 „ 6,079 „
Diverse Utensilien, Reparaturmaterialien	3 „ 5,586 „
Löhne, a) reguläre	6 „ 2,186 „
b) außerordentliche (Reparaturen etc.)	1 „ 7,044 „

1 Pfdstrl. 17 Sh. 9,695 D.

Davon ab Werth des Natriumbisulfats — „ 1 „ 1,200 „

1 Pfdstrl. 16 Sh. 8,495 D.

= 3,67 Mk. für 100 kg SO_4H_2 .

b) Aus norwegischem und westphälischem Stückfies (ohne Gay=Lussac=apparat):

0,9795 Tons Pyrit (enthaltend 0,4165 Tons Schwefel) à 1 Pfdstrl. 3 Sh. 6½ D.	1 Pfdstrl. 3 Sh. — D.
0,0393 Tons Salpeter à 16 Pfdstrl.	— „ 12 „ 7 „
0,1250 „ Kohlen à 4 Sh.	— „ — „ 6 „
Löhne	— „ 7 „ 5 „
Materialien, Reparaturen etc.	— „ 2 „ — „

2 Pfdstrl. 5 Sh. 6 D.

Abzüglich Werth des NaHSO_4 — „ 1 „ 6 „

2 Pfdstrl. 4 Sh. — D.

= 4,4 Mark für 100 kg SO_4H_2 .

c) Aus kupferhaltigem norwegischem Pyrit (mit Gay=Lussac= und Glover=thurn), Calculation 1873:

0,838 Tons Pyrit (mit 0,380 Tons Schwefel) à 1 Pfdstrl. 5 Sh. 6 D.	1 Pfdstrl. 1 Sh. 4,428 D.
0,0172 Tons Natronsalpeter à 12 Pfdstrl.	— „ 4 „ 1,536 „
0,171 Tons Kohlen à 10 Sh.	— „ 1 „ 8,520 „
Arbeitslohn für den Betrieb selbst	— „ 6 „ 9,520 „
Reparaturen (Lohn und Materialien)	— „ — „ 10,464 „
Erneuerung der Kammern (repartirt)	— „ 1 „ — „

1 Pfdstrl. 15 Sh. 10,468 D.

oder 3,602 Mark die 100 kg SO_4H_2 .

Anmerkung. Die Kohlen schließen nicht den zum Heben der Säure gebrauchten Dampf ein, welcher aus einem anderen (Hochdruck-) Kesselsysteme entnommen wurde, während für den Kammerdampf ein besonderer Niederdruckkessel vorhanden war.

d) Aus kupferhaltigem spanischem Kies 1876:

0,758 Tons Pyrit (mit 0,364 Schwefel) à 19 Sh.	14 Sh.	4,80 D.
0,0145 „ Salpeter à 11 Pfdstl.	3 „	2,28 „
0,250 „ Kohlen à 4 Sh.	1 „	0,00 „
Arbeitslohn für den Betrieb	3 „	6,00 „
Reparaturen	0 „	6,00 „
Erneuerung der Kammern (repartirt)	1 „	0,00 „
	1 Pfdstl. 3 Sh.	7,08 D.

oder 2,374 Mark die 100 kg SO_4H_2 .

Die Säure wird in allen obigen Fällen als 59= bis 60 grädige Säure gewonnen; die Concentrationskosten finden sich im elften Capitel besonders berechnet.

Kosten der Schwefelsäure in einer mitteleuropäischen Fabrik (1874).

50 Centner Pyrit à 2,25 Francs	112,50 Francs
3,40 „ Salpetersäure à 22,30 Francs	75,82 „
4 Arbeiter à 3,50	14,00 „
Diverse Unkosten	3,80 „
Generalkosten ¹⁾	38,00 „
Nothwendige Bedürfnisse	4,00 „
Unterhalt	14,00 „
105 Centner Schwefelsäure von 50° B. (53° D.)	262,12 Francs
1 „ „ „ „ „ „	2,50 „

F. Curtius (Chem. Ind. 1879, S. 187) macht ausführliche Angaben über die Kosten in seiner eigenen Fabrik, welche $\frac{9}{10}$ aller Säure als solche verkaufte. Die Kammer Systeme hatten je 3000 cbm Inhalt ohne Glover= und Gay=Lussachthürme; die Kammer Säure war 51° B. (54,5° D.) stark und wurde durch Dampf auf 60° B. (71° D.) gebracht. Der Kies war bis 1876 westphälischer Stüdfies von 42 bis 44 Proc., von 1876 bis 1879 spanischer Stüdfies von 46 bis 49 Proc. Alle Zahlen beziehen sich auf 1000 kg Schwefelsäure von 60° B., aber ausschließlich Verpackung und Transport. Im Folgenden sind nur die Maxima, Minima und arithmetischen Mittel (alle in Reichsmark) der 14 Jahre von 1865 bis 1878 angegeben.

	Minimum	Maximum	Mittel
1. Arbeitslohn	5,36	8,48	6,55
2. Generalkosten	3,40	4,73	4,23
3. Handlungskosten	1,98	2,77	2,32
4. Reparaturen	3,31	9,31	5,93
5. Abschreibungen	2,24	3,72	2,83
6. Capitalzinsen	3,11	4,25	3,56
Summa	19,40	33,26	25,42
7. Extra=Anlagekosten	0,00	6,63	1,61
Arbeitstage des Kammerraumes	304,4	352,4	329,4

¹⁾ Scheint Kohlen einzuschließen.

[Diese Beträge sind weit höher, als die in vollkommen zuverlässiger Weise anderweitig erhaltenen Angaben und müssen daher nicht normale Verhältnisse obgewaltet haben. Man vergleiche namentlich die jetzt folgenden neuen Aufstellungen.]

Folgende Kostenaufstellung bezieht sich auf die Ergebnisse zweier deutschen Fabriken, für welche ich von der ersten Quelle (den Eigenthümern) die aus den Büchern direct entnommenen Zahlen beibringen kann. Allerdings stammen die drei ersten Beträge (also die Materialien) aus einer, und die übrigen Beträge aus einer anderen Fabrik, aber da ich beide auf 1000 H_2SO_4 verrechnet habe, so stellt das Ganze eine durchaus authentische Kostenberechnung für das Jahr 1889 vor.

Kosten von 1000 kg wirklichem H_2SO_4 , in Form von 60 grädiger Säure, in Deutschland 1889.

702 kg 47 proc. Kies zu 1,50 Mk. pro 100 kg . . .	10,53 Mk.
13,1 kg Chilisalpeter zu 20 Mk. pro 100 kg . . .	2,62 ..
132 kg Kohlen zu 1 Mk. pro 100 kg	1,32 ..
Arbeitslohn für Fabrication	3,36 ..
Reparaturen an Gebäuden und Apparaten	1,81 ..
Generalkosten und Verwaltung	2,56 ..
Abschreibung	3,00 ..
	25,20 Mk.

[Verpackung ist hierbei nicht einbegriffen, ebenso wenig Capitalzinsen.]

Nach Sorel stellten sich im November 1885 die Kosten der der Gesellschaft Saint-Gobain gehörigen Fabrik V'Jeraie wie folgt:

	Mengen		Preis	Betrag		Insgesamt	
	im Ganzen kg	auf 100 kg Säure kg		im Ganzen kg	auf 100 kg Säure kg	im Ganzen kg	auf 100 kg Säure kg
Aufsicht	—	—	—	285,00	0,03	1 484,70	0,16
Arbeitslohn	—	—	—	1199,70	0,13		
Pyrit	374 550	42,00	26,00	9738,30	1,09	11 191,96	1,25
Salpetersäure 36° B. (33° T.)	5 409	0,61	26,58	1455,66	0,16		
Kohlen	87 850	9,85	21,50	1888,75	0,22	1 888,75	0,22
Beleuchtung	—	—	—	302,20	0,04	770,70	0,09
Verschiedenes	—	—	—	30,00	—		
Arbeit fremder Maschinen	—	—	—	438,50	0,05	587,75	0,07
Reparaturen	—	—	—	587,75	0,07		
Generalkosten und Unvorherge- sehenes	—	—	—	631,00	0,07	631,00	0,07
						16 554,86	1,86
Abzügl. Abbrände	258 500	28,98	3,00	775,50	0,09	775,50	0,09
Erzeugte Säure 50° B. (53° B.)	891 821	—	—	—	—	15 779,36	1,77
Gleich wirkl. H_2SO_4	557 888	—	—	—	—	—	2,83

[Dieser Kostenpreis von 2,83 Frsch. pro 100 kg $H_2SO_4 = 2,29$ Mk. kommt dem soeben aus deutschen Fabriken für 1889 ermittelten sehr nahe, wenn man von letzteren die in Obigem nicht berechnete Abschreibung abzieht; übrigens sind in der obigen Aufstellung, die ich nicht abändern wollte, einige kleine Rechenfehler, die den wirklichen Kostenpreis auf 2,81 Frsch. bringen.]

Auf 100 kg 50 proc. Kies wurde erzeugt 148,81 H_2SO_4 .

Chilialpeter verbraucht auf 100 H_2SO_4 : 0,74,

„ „ „ 100 Pyrit : 1,1.

Zu den erwähnten Kosten muß man noch Abschreibung auf die unten angegebenen Anlagekosten hinzuziehen, nämlich $\frac{1}{20}$ des Kostenpreises jährlich auf Gebäude, $\frac{1}{10}$ auf Ofen, Kammern, Thürme u. s. w., $\frac{1}{5}$ auf Kessel und Maschinen, insgesammt 31647 Frsch. oder 0,527 Frsch. auf 100 kg H_2SO_4 für die vier ersten Jahre, 0,39 für das fünfte bis neunte Jahr, 0,09 Frsch. vom 10. bis 20. Jahre. [Der vom fünften Jahre an gerechnete Betrag für Amortisation scheint viel zu gering, da doch die Maschinen, Kessel, Kammern, Ofen u. nach einiger Zeit einer Totalerneuerung bedürfen, deren Betrag in der Abschreibung mit enthalten sein muß.]

Sorel macht folgende Angaben über die wirklichen Anlagekosten des Systems D zu L'Esraie, abgesehen vom Werthe des Grund und Bodens:

1. Gebäude.

Kammerhaus (massiv)	50 700,90 Frsch.
Ofenhaus (massiv)	15 147,15 „
Kesselhaus „	9 269,10 „
Fundamente und Zimmerwerk für Glover- und Gay-Lussachthürme	14 604,35 „
Hauptzugcanal	3 940,55 „
Ramin (40 m hoch, 2 m innere Weite)	13 088,35 „
	106 750,40 Frsch.

2. Apparate.

Kiesöfen	31 686,70 Frsch.
Gloverthurm	26 188,75 „
Kammern (4500 cbm)	74 131,80 „
2 Gay-Lussachthürme, 20 m hoch	22 804,10 „
Austrittsrohr	6 157,15 „
Dampfrohren	4 541,25 „
Säurebehälter und Druckkessel	15 144,55 „
Werkzeuge	943,05 „
	181 597,35 Frsch.

3. Dampfkessel und Maschinen.

2 Dampfkessel mit Einmanerung	21 267,60 Frsch.
1 Luftpumpe mit Rohrleitung	9 167,15 „
1 Wasserpumpe mit Rohrleitung	7 114,55 „
1 Ventilator und Maschine dafür	3 192,50 „
	40 741,80 „
Alles zusammen	
	329 089,45 Frsch.

Mit diesem Apparate kann man jährlich 6000 Tons concentrirte Säure bei „Intensivbetrieb“ machen, d. h. mit einem Kammerraume von nur 0,7 bis 0,75 cbm pro Kilogramm täglich beschickten Schwefel. Dies wird durch die ungewöhnliche Größe der (entsprechend theueren) Salpeter-Wiedergewinnungsapparate ermöglicht. Hätte man diese von der sonst üblichen Größe gemacht, so hätte man etwa 38 000 Fres. an Anlagekosten erspart, hätte aber dann bei dem gewöhnlichen Kammerraume von etwa 1,3 cbm nur 3600 Tons Säure im Jahre fabriciren können.

Aus einer der allerersten englischen Fabriken habe ich folgenden unbedingt authentischen Auszug aus dem Fabricationsbuche für das am 31. December 1889 endigende Jahr erhalten:

Eine Ton wirkliches Monohydrat (H_2SO_4) im Zustande von Säure von 1,74 specif. Gew. verbrauchte im Durchschnitte des ganzen Jahres:

14,12 Ctr. Pyrit zu 11,8 Sh. pro Ton . . — Pfdst. 8 Sh. 4,0 D.

27,06 Pfd. Chilisalpeter zu 9 Pfdst. 9 Sh.

pro Ton — „ 2 „ 3,4 „

5,30 Ctr. Kohlen zu 5 Sh. — „ 1 „ 3,9 „

Arbeitslohn für Fabrication — „ 3 „ 3,7 „

Lohn und Materialien für Reparaturen . . — „ 4 „ 4,1 „

Generalkosten und Verwaltung — „ 2 „ 1,0 „

Verschiedenes — „ 1 „ 4,4 „

1 Pfdst. 3 Sh. 0,5 D.

oder etwa 24 Mark.

Der Kies war spanischer mit 49,55 Proc. Schwefel im Durchschnitt. Das Ausbringen an H_2SO_4 war 286 Thle. auf 100 gekauften, oder genau 300 auf 100 wirklich verbrauchten Schwefel (nach Kolb's Tabelle). Der Kammerraum betrug ein wenig über 1 cbm pro Kilogramm Schwefel.

Für Amerika stellen sich nach der United States Mineral Resources für 1886, S. 671, die Kosten von Pyritsäure wie folgt:

2 1/2 kleine Tons (zu 2000 Pfd.) 46 proc. Pyrit 11,50 Doll.

60 Pfd. Chilisalpeter 1,50 „

5 Ctr. Kohlen 1,00 „

Arbeitslohn 3,00 „

Aufsicht und Verwaltung 2,00 „

Reparaturen 0,50 „

Capitalzinsen auf 100 000 Doll. zu 10 Proc. 6,15 „

Ausbringen 4 1/2 Tons Säure von 60° B. (71° D.) . . 25,75 Doll.

Kosten pro 2000 Pfd. „ „ „ 5,50 „