universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige

Handbuch der Schwefelsäure-Fabrikation

Lunge, Georg

Braunschweig, 1903

Sechzehntes Kapitel. Anderweitige Methoden der Schwefelsäuredarstellung

urn:nbn:at:at-ubi:2-5160

Messel (Journ. Soc. Chem. Ind. 1885, p. 573) giebt folgende specifische Gewichte von rauchenden Schwefelsäuren des Handels, sowohl für 26,6°, der Bestimmungstemperatur, als auch umgerechnet auf 15,5°.

Beschaffenheit	Procente SO_3	Specifische Gewichte bei 26,6°	bei 15,5°
Flüssig	8,3	1,842	1,852
Flüssig	30,0	1,930	1,940
Krystallinische, salpeterähnliche Masse	40,0	1,956	1,970
Krystallinische, salpeterähnliche Masse	44,5	1,961	1,975
Krystallinische, salpeterähnliche Masse	46,2	1,963	1,977
—	59,4	1,980	1,994
Flüssig	60,8	1,992	2,006
Flüssig	65,0	1,992	2,006
Flüssig	69,4	2,002	2,016
Krystallinisch	72,8	1,984	1,988
Krystallinisch	80,0	1,959	1,973
Krystallinisch	82,0	1,953	1,967

Sechzehntes Capitel.

Anderweitige Methoden der Schwefelsäuredarstellung.

Alle übrigen, in großer Zahl aufgetauchten Methoden zur Darstellung von Schwefelsäure können nur mit wenigen Worten besprochen werden, da keine einzige derselben technischen Erfolg gehabt hat, oder solchen zu haben verspricht. Für die Einzelheiten muß auf die angezogenen Quellen verwiesen werden.

I. Oxydation der schwefligen Säure mit Beibehaltung der salpetrigen Säure, aber ohne Bleikammern.

Vorschläge zum Ersatze der Bleikammern durch Kammern aus Kautschuk, Guttapercha, Schiefer, „Zeiodelit“, Glas ꝛc. sind auf S. 306 erörtert worden.

MacDougal und Rawson (Engl. Pat. vom 21. November 1848) leiten SO_2 und Luft in einer Woulff'schen Flasche durch Salpetersäure, wobei Schwefelsäure und Untersalpetersäure entstehen; die letztere durchstreicht mit der

überschüssigen Luft noch mehrere mit Wasser gefüllte Gefäße, wobei die Salpetersäure sich regenerirt.

Hunt (Engl. Pat. vom 16. August 1853; auszüglich Wagner's Jahresber. f. 1855, S. 50) leitet ein Gemisch von SO_2 und Luft durch einen mit Koks oder Kieselsteinen gefüllten Thurm, in welchem Nitrose fortwährend niedertröpfelt. Dieses Princip war schon von Gay-Lussac vorgeschlagen worden, und wird im Gloverthurme ausgeführt, soweit es praktikabel ist, d. h. mit Benutzung der entweichenden Gase in Bleikammern.

Persoz (Technologiste **17**, 461; Dingl. polyt. Journ. **139**, 427; Wagner's Jahresber. f. 1856, S. 54) führt SO_2 durch mit 4 bis 6 Vol. Wasser verdünnte und auf 100° erhitzte Salpetersäure, oder durch eine Mischung von Salpetersäure oder einem Nitrat mit Salzsäure, in einem verhältnißmäßig kleinen Gefäße von Glas oder Steinzeug, mit Vermehrung des Contactes durch ein Rührwerk. Die durch die Reduction der Salpetersäure erzeugten Gase steigen in den Condensationsthürmen auf, wo sie durch einen aufsteigenden Strom von Luft und einen herabfallenden Wasserstrahl zu Salpetersäure regenerirt werden. Die schweflige Säure dürfte sogar mit Kohlensäure, Stickstoff und anderen Gasen verdünnt sein. In der Praxis soll dieses Verfahren hauptsächlich (?) an der Unmöglichkeit gescheitert sein, passende Gefäße zu construiren, welche den Säuren widerstehen können.

Verstraet's Röhrenapparat ist (Wagner's Jahresber. f. 1865, S. 226) schon früher besprochen worden (S. 345). Der Juryberichtvon 1851 behauptete, daß ähnliche Steinzeuggefäße, construirt von Fouché-Lepelletier, in der Fabrik zu Javel bei Paris fungirten, und daselbst ein Drittel der Jahresproduction von 3600 Tonnen Schwefelsäure darin gemacht würde, bei einem Drittel des Cubikinhaltes, und einem Achtel der Anlagekosten von Bleikammern. Diese Behauptung ist von Hofmann in seinem Report by the Juries 1862, p. 8 durch Originalcorrespondenzen als völlig irrig erwiesen worden.

Lardani's Apparat (Wagner's Jahresber. f. 1868, S. 169) ist ebenfalls schon früher beschrieben worden (S. 345); er enthält kein wesentlich neues Princip.

Kuhlmann (Engl. Pat. vom 11. December 1850) hatte schon früher vorgeschlagen, eine Mischung von H_2S (aus Sodarückstand) und Luft durch Salpetersäure zu treiben, wodurch fast aller Schwefel zu Schwefelsäure oxydirt werden sollte.

Petrie (Engl. Pat. vom 11. August 1860; Wagner's Jahresber. f. 1860, S. 154) wendet ein System von Steinzeugröhren, mit Kieseln gefüllt, an, durch welche ein Strom von Salpetersäure sich von der einen Seite, und ein solcher von SO_2 und Luft von der anderen bewegt, wobei die Quantitäten der Materialien und die Construction des Apparates so eingerichtet sind, um Verlust an Salpetersäure zu vermeiden.

Finch, W. J. und S. Willoughby (Engl. Pat. Nr. 3086, 1884) pumpen ein Gemisch von Pyritröstgasen, nitrosen Gasen und Wasserdampf in einen Thurm, wo sie einem gewissen Drucke ausgesetzt werden, um ihre Vereinigung zu befördern. Die entweichenden Gase gehen weiter in andere Thürme und zuletzt durch einen Gay-Lussacthurm.

W. Burns (Engl. Pat. Nr. 14441, 1886) sucht ebenfalls die Vereinigung der Gase durch Druck, zugleich mit einer eigenthümlichen Art der Bewegung, zu befördern, wozu er einen sehr sinnreichen, aber kaum praktisch ausführbaren Apparat erdacht hat.

Hannay (Engl. Pat. Nr. 12247, 1886) läßt die schwefligen und salpetrigen Gase durch einen Condensationsthurm gehen, in welchem sie in viele Strahlen zertheilt und gut durchmischt werden, dadurch, daß sie durch Siebe gehen, welche durch einen fortwährenden Wasserstrom befeuchtet werden, wobei der Proceß so lange wiederholt wird, bis die sich bildende Lösung von Schwefelsäure hinreichende Stärke erreicht hat; wenn dies der Fall ist, wird sie abgezogen und eine frische Wassermenge in den Apparat eingelassen.

A. und L. O. Brin (Engl. Pat. Nr. 12070, 1886) verbrennen Pyrit mit reinem Sauerstoff und verwandeln das Gemisch von SO_2 und O durch salpetrige Gase in Schwefelsäure. Ich selbst nahm im Jahre 1888 ein Patent für einen besonderen Apparat zu diesem Zwecke, aber nur zur Deckung gegen etwaige andere Patentnachsucher, da der Hauptzweck meiner Erfindung die Darstellung von Schwefelsäureanhydrid war, für welche damals die Verwendung von reinem Sauerstoff noch lohnend erscheinen konnte (vergl. S. 790).

Durand, Huguenin u. Co. (Franz. Pat. Nr. 205589 von 1890) lassen ein Gemisch von Schwefeldioxyd und Luft durch Behälter streichen, welche mit Lösungen von Salpetersäure oder Salpetrigsäure gefüllt sind und mit Condensationsthürmen abwechseln. Die Flüssigkeiten fließen in methodischer Art den Gasen entgegen, so daß man zuletzt concentrirte, von salpetrigen Producten freie Schwefelsäure erhält. Die Gasmischung wird durch Einpressen eines Luftstromes in die Schwefel- oder Pyritöfen erzeugt, wodurch man auch den zur Ueberwindung der Flüssigkeitssäulen nöthigen Druck erhält. Ganz ähnlich lautet das Patent von Barbier (Franz. Pat. Nr. 217844).

[Wie man sieht, stimmen die meisten dieser Erfindungen vollkommen mit einander überein und kann heute gewiß nichts principiell Neues mehr in dieser Richtung patentirt werden, höchstens Apparate von meist auch sehr zweifelhafter Neuheit.]

II. Methoden mit Umgehung der Salpetersäure.

Gossage (Patent vom 6. October 1857; Wagner's Jahresber. f. 1858, S. 95) verbrennt Schwefelwasserstoff aus Sodarückstand, kühlt die Verbrennungsproducte ab, läßt sie in einem mit Wasser gespeisten Koksthurme aufsteigen, läßt die dadurch erhaltene Lösung von SO_2 in einem anderen mit heißer Luft gespeisten Koksthurme herabrinnen, wobei die SO_2 zum Theil schon in SO_4H_2 übergeht, und führt die übrige SO_2 in eine Bleikammer, wo sie wie gewöhnlich vollständig oxydirt wird. Nach Gossage's eigenem Geständnisse an Hofmann (Report by the Juries, 1862, p. 9) ist das Verfahren nicht praktisch.

Petrie's Patent vom 1. November 1852 (Wagner's Jahresber. f. 1855, S. 52) beruht darauf, eine auf 300° erhitzte Mischung von SO_2 und Luft in

Röhren aus Thon oder emaillirtem Eisen mit einer Füllung von Kieseln oder fein vertheiltem Platin einem Wasserregen begegnen zu lassen.

Die Beobachtungen von Döbereiner, Phillips und Magnus, Blondeau ꝛc. über Bildung von Schwefelsäure durch „Contactwirkung" sind schon früher (S. 781) erwähnt worden; ebenso diejenigen von Wöhler und Mahla (Ann. Chem. Pharm. **81**, 255) wonach eine Mischung von SO_2 und O nicht nur durch Platinschwamm, sondern auch durch Kupferoxyd, Eisenoxyd oder Chromoxyd schon bei niedriger Rothgluth in Schwefelsäure (-anhydrid) verwandelt wird; sie sprachen auch die Hoffnung aus, daß sich diese Reaction in der Praxis werde verwirklichen lassen. Eine große Menge von Vorschlägen und Versuchen sind in ähnlicher Richtung gemacht worden, welche zum Theil im vorhergehenden Capitel erwähnt wurden. Dahin gehören zum Theil schon die Vorschläge von Gossage und Petrie (s. o.), dann diejenigen von Schmersahl und Bouck (Patent vom 24. Januar 1855; Wagner's Jahresber. f. 1856, S. 58) und von Schneider (Dingl. polyt. Journ. **106**, 395; **107**, 362; **109**, 354). Sämmtliche Vorschläge dieser Art sind ebenso unfruchtbar geblieben, als die übrigen in diesem Capitel aufgezählten neuen Methoden, insofern sie darauf ausgehen, dem Bleikammerprocesse eine andere Darstellungsweise zu substituiren; damit ist nicht zu verwechseln, daß es seit C. A. Winkler gelungen ist, durch Benutzung der „Contact"-Reaction fabrikmäßig zum Schwefelsäureanhydrid zu gelangen, da man dabei entweder von schon früher durch den Bleikammerproceß dargestellter englischer Schwefelsäure ausgeht, oder aber nur mit viel höheren Kosten als für gewöhnliche Schwefelsäure arbeiten kann.

Hähner (Patent vom 28. März 1854; Wagner's Jahresber. f. 1855, S. 49) wendet Chlor bei Gegenwart von Wasserdämpfen zur Oxydation der SO_2 an. Dasselbe Verfahren ließ sich Macfarlane patentiren (Wagner's Jahresber. f. 1864, S. 153).

Houzé (Monit. Industr. 7, 65) will SO_2, Luft und Wasserdampf in Steinzeuggefäßen etwas unterhalb der Rothgluth zusammenbringen. Eben solche Gefäße sollen es gestatten, die Säure durch heiße Luft oder überhitzten Dampf ohne Stoßen zu destilliren.

Deacon zeigte 1871 (Chem. Trade Journal 1889, **5**, 193), daß eine Lösung von Schwefeldioxyd und atmosphärischer Luft in Gegenwart einer Lösung von Kupfersulfat in Schwefelsäure verwandelt wird; aber diese Beobachtung scheint sehr wenig bekannt geworden zu sein. Später wurde sie ganz unabhängig von Rößler gemacht und im Besonderen zur Beseitigung sauren Hüttenrauches verwendet, wie es im vierten Capitel, S. 260, beschrieben worden ist. Diese Erfindung ist zur Fabrikation von Schwefelsäure kaum verwendbar, wohl aber zu der von Kupfervitriol mittelst sonst verloren gehenden Schwefeldioxyds. Dasselbe Verfahren, weiter ausgedehnt auch auf Salze von Mangan, Eisen und Zinn, ist von Clark (für Daguin) im Jahre 1888 (Nr. 3669) für England patentirt worden.

III. Schwefelsäure aus Sulfaten.

Die neutralen Sulfate der Alkalien, alkalischen Erden und des Bleies sind in der Glühhitze so gut wie ganz beständig; die sauren (primären) Sulfate der Alkalien gehen dabei zunächst in Pyrosulfate über ($2\,NaHSO_4 = Na_2S_2O_7 + H_2O$) und die letzteren spalten sich dann weiter in neutrale Sulfate und Schwefelsäureanhydrid. Dieses Verfahren kann jedoch aus naheliegenden Gründen nicht zur eigentlichen Schwefelsäurefabrikation, sondern nur zur Darstellung der rauchenden Schwefelsäure in Frage kommen, und ist davon bei dieser die Rede gewesen (vgl. Scheurer-Kestner, S. 789).

Auch die meisten anderen Sulfate eignen sich nicht zur Schwefelsäurefabrikation. Nur diejenigen, deren Metallradicale sehr schwach positive Eigenschaften haben, vor Allem die der Sesquioxyde, also wesentlich des Eisenoxydes und (in geringerem Grade) der Thonerde, sowie die sauren Sulfate anderer Radicale, entlassen die Schwefelsäure schon bei verhältnißmäßig niederer Temperatur und daher ganz oder größtentheils in unzersetztem Zustande; die übrigen Sulfate dagegen zersetzen sich erst bei viel höherer Temperatur, zerfallen dabei meist in Metalloxyd, schweflige Säure und Sauerstoff, und geben nur einen, meist kleinen Theil Schwefelsäure als solche oder als Anhydrid ab. Wäre es auch anders, so würde ihr hoher Preis eine Benutzung derselben für die Schwefelsäurefabrikation unmöglich machen; sie werden ja meistens erst mit Hilfe von fertiger Schwefelsäure dargestellt. Selbst das billigste, leichtest zersetzbare aller hier in Frage kommenden Sulfate, das Ferrisulfat (schwefelsaure Eisenoxyd) kann nur zur Darstellung der rauchenden Schwefelsäure, und auch dazu nur unter besonders günstigen Umständen, verwendet werden, wie schon oben gezeigt worden ist.

Es bleiben also nur noch die in der Natur als solche schon vorkommenden und weit verbreiteten Sulfate des Baryts, Kalks und der Magnesia (Schwerspath, Gyps und Kieserit) übrig, von welchen auch der erstere bisher noch nie ernstlich herangezogen worden ist; dagegen ist dies mit dem Gyps und Kieserit vielfach der Fall gewesen.

Schwefelsäure aus Gyps.

Die enormen Mengen von Schwefelsäure, die im Gyps in der Natur vorkommen und darin fast ganz werthlos sind, haben viele Vorschläge zu ihrer technischen Verwerthung angeregt, welche jedoch nie von irgend welchem Erfolge begleitet waren. Am wenigsten dürfte heutzutage Aussicht hierauf sein, wo so große Schätze von reichen kupferhaltigen und anderen Pyriten aufgeschlossen worden sind, daß zunächst mit diesen an Billigkeit kein anderes Material concurriren kann.

1. Entwickelung von schwefliger Säure aus Gyps.

Tilghman (Engl. Pat. vom 1. Februar 1847) leitet Wasserdampf über glühenden Gyps; es soll CaO zurückbleiben und SO_2, O und etwas SO_3 entweichen.

Für ein hiermit identisches Verfahren hat Polony im Jahre 1887 ein österreichisches Patent erhalten (Zeitschr. f. angew. Ch. 1888, S. 57).

Cary-Mantrand (Barreswil und Girard, Dict. de Chim. industrielle **1**, 37; Knapp S. 362) setzt rothglühenden Gyps einem Strome trockener HCl aus (woher nehmen!); es entsteht $CaCl_2$, und SO_2, O und SO_3 entweichen.

O. Siemens (Dingl. polyt. Journ. **169**, 207; Wagner's Jahresber. f. 1863, S. 208) zersetzt ein geschmolzenes Gemenge von Gyps und Kochsalz durch Wasserdampf. Es bleibt basisches Schwefelcalcium nebst geringen Mengen von Na_2S, Na_2SO_3 und $Na_2S_2O_3$; als Gas entwickeln sich SO_2, HCl und H_2S; um letzteren zu entfernen, wird in die geschmolzene Masse zugleich CO_2 und Wasserdampf eingeleitet. Dieses Verfahren wird von H. L. Buff (Wagner's Jahresber. f. 1864, S. 170) in höchst abfälliger Weise kritisirt und gezeigt, daß die beobachtete Zersetzung eigentlich durch das glühende Eisen des Apparates hervorgerufen worden ist.

Kuenzi (Wagner's Jahresber. f. 1858, S. 95) schmilzt Gyps mit Quarz, Thon, Sand ꝛc. zu einer leichtflüssigen Schlacke, wobei SO_2 und O entweichen.

Frémy machte später denselben Vorschlag; ebenso Archereau (ebend. 1865, S. 271), wobei der letztere auch noch den Sauerstoff benutzen wollte.

O. Schott (Dingl. polyt. Journ. **221**, 442) glüht Natriumsulfat, Gyps und Kohle, um dabei als Rückstand eine Fritte für Glasfabrikation zu erhalten; die SO_2 mit den übrigen Gasen soll in einer Bleikammer in Schwefelsäure umgewandelt werden.

Martin (Bull. Soc Chim. **21**, 47; Wagner's Jahresber. f. 1874, 273) will künstliches Schwefelmetall durch Schmelzen von 1700 Gyps, 1000 Eisenoxyd und 500 Kohle in einem Hochofen darstellen, und dieses statt natürlicher Sulfurete abrösten. Er wird dabei aber im besten Falle nur Monosulfuret erhalten, und zwar zu einem viel höheren Preise als der beste Pyrit.

Scheurer-Kestner (vgl. oben S. 789) behauptet, daß Calcium- oder Magnesiumsulfat beim Glühen mit Eisenoxyd am besten mit Zusatz von Flußspath, Schwefelsäureanhydrid abgeben.

Cummings (Amerik. Pat. Nr. 342785; Engl. Pat. von Lake, Nr. 7355, 1886) calcinirt ein Gemisch von Gyps und Thon in einem Schachtofen; hierbei entsteht ein hydraulischer Cement, während SO_3, SO_2 und O ausgetrieben und in gewöhnlicher Weise in Schwefelsäure umgewandelt werden sollen (was bei so verdünnten Gasen eben nicht gut angeht).

2. Schwefelwasserstoff aus Gyps.

Cary-Mantrand (a. a. O.) zersetzt Gyps mit Kohle gemengt in der Glühhitze durch HCl-Gas, wobei sich $CaCl_2$, CO, H_2S und S bilden.

Köhsel (Wagner's Jahresber. f. 1856, S. 57) zersetzt mit Kohle reducirten Gyps, also CaS, durch CO_2, verbrennt den entwickelten H_2S zu SO_2 und führt die letztere in Bleikammern.

Derselbe Vorschlag ist auch später noch mehrfach gemacht worden, in Verbindung mit besonderen Erfindungen zur Verwerthung des Schwefelwasserstoffs, von welchen nur diejenige von Chance (S. 61) erfolgreich gewesen ist. Bei den gegenwärtigen Schwefelkiespreisen ist aber auch die Anwendung des Chance-Verfahrens auf Gyps ganz aussichtslos.

3. Schwefelsäure direct aus Gyps.

v. Seckendorff zersetzt Gyps mit Chlorblei bei 75° zu $CaCl_2$ und $PbSO_4$. Ein Gemenge dieses letzteren Salzes (5 Molekel) mit Salzsäure von 21° (4 Molekel) setzt sich bei 75° fast vollständig um in Chlorblei, das zu einer neuen Operation verwendet wird, und Schwefelsäure, welche man abgießt und concentrirt, mit Verdichtung der übergehenden Salzsäure. (Wagner's Jahresber. f. 1855, S. 54.)

Shanks hat dieses Verfahren für Seckendorff am 9. October 1854 in England patentirt (in Wagner's Jahresber. f. 1855, S. 54 irrthümlich für ein besonderes Verfahren genommen).

Margueritte zersetzt Bleiphosphat mit Salzsäure; dabei entsteht $PbCl_2$ und Phosphorsäure, welche, mit Gyps geglüht, sich in Calciumphosphat und Schwefelsäureanhydrid umsetzt. Das Calciumphosphat und das Chlorblei zusammen gekocht regeneriren Bleiphosphat, neben $CaCl_2$, welches werthlos ist, wodurch die Salzsäure immer verloren geht. (Wagner's Jahresber. f. 1855, S. 58; Engl. Pat. vom 22. December 1854.)

Bandiner (Wagner's Jahresber. f. 1858, S. 102), Fleck (Fabr. chem. Prod. aus thier. Abfällen, S. 131), Reinsch (Wagner's Jahresber. f. 1870, S. 167) und andere Autoren erwähnen die Verwerthung der Gypsschwefelsäure durch Behandlung von Ammoniumcarbonatlösung, wodurch Ammoniumsulfat entsteht. Dieser Proceß ist in Frankreich schon lange in Anwendung, wirkt aber nur unvollkommen.

IV. Schwefelsäure durch chlorirende Röstung von Pyriten.

Kenyon und Swindells (Engl. Pat. vom 21. Mai 1872) wollen Chlornatrium oder Chlorkalium mit Pyrit oder Kupferkies rösten, und die Röstgase in hohen Thürmen mit Salpetersäure oder Chromsäure (!) behandeln, um die schweflige Säure in Schwefelsäure überzuführen, und zugleich das Chlor ab-

zuscheiden. Wagner (Jahresber. f. 1874, S. 272) macht mit Recht darauf aufmerksam, daß bei diesem Processe ja die Schwefelsäure als Alkalisulfat im Rückstande bleiben wird.

V. Schwefelsäure durch Elektricität.

Reynoso ließ sich 1875 ein Patent darauf geben (Dingl. polyt. Journ. **219**, 472), durch ein comprimirtes, auf sehr niedriger Temperatur gehaltenes Gemisch von schwefliger Säure und atmosphärischer Luft elektrische Funken durchschlagen zu lassen. Die Bildung von SO_3 aus einem Gemenge von 2 Vol. SO_2 und 1 Vol. O durch Elektricität ist von H. Buff und A. W. Hofmann (Ann. Pharm. **113**, 129) im Jahre 1860 zuerst beobachtet worden; Deville (Bull. Soc. Chim. [2] **3**, 366; Liebig's Jahresber. 1865, S. 59) hat beobachtet, daß man bei Gegenwart von Vitriolöl, welche die SO_3 absorbirt, das ganze Gasgemenge auf diese Weise zu SO_3 vereinigen kann.

Siebzehntes Capitel.

Anwendungen der Schwefelsäure und Statistik.

Die hauptsächlichsten Anwendungen der Schwefelsäure sind folgende:

I. Im mehr oder weniger verdünnten Zustande (60° B. = 71° D. und darunter). Vor Allem zur Darstellung von Glaubersalz (Natriumsulfat) und Salzsäure, und dadurch mittelbar von Soda, Chlorkalk, Seife, Glas und unzähligen anderen Producten. Ferner von Superphosphat und anderen künstlichen Düngemitteln. Diese beiden Anwendungen dürften wohl wenigstens $^9/_{10}$ aller producirten Schwefelsäure consumiren. Weitere Anwendungen sind: zur Darstellung der schwefligen Säure, Salpetersäure, Stearinsäure, Phosphorsäure, Flußsäure, Borsäure, Kohlensäure, Chromsäure, Oxalsäure, Weinsäure, Citronensäure, Essigsäure; des Phosphors, Jods, Broms; der Sulfate von Kalium, Ammoniak, Baryt (Blanc fixe), Kalk (als „Pearl Hardening"), namentlich auch zur Abscheidung von Baryt oder Kalk als Sulfate bei chemischen Processen; der Sulfate von Magnesium, Thonerde, Eisen, Zink, Kupfer, Quecksilber (als Durchgangsstadium für Calomel und Sublimat); in der Metallurgie des Kupfers, Kobalts, Nickels, Platins, Silbers; zur Reinigung (Beize) der Eisenbleche für Verzinnung und Verzinkung derselben, zu der des Kupfers, Silbers ꝛc. Zur Fabrikation des Kaliumbichromats, zur Betreibung galvanischer Elemente,