

fabrikmäßige Herstellung unseres Apparates und seinen Vertrieb übernommen hat, noch durchführen werden.

Die Fortschritte der elektrolytischen Darstellung von Chlor und Alkalien während der letzten beiden Jahre.

U Von ALBERT NEUBURGER, Berlin.

(Eingeg. d. 22./6. 1904.)

Es mag wohl keinen Zweig auf dem Gebiete der angewandten Chemie geben, auf dem eine solche Geheimniskrämerei herrscht, wie auf dem der Alkalichloridelektrolyse. Ob das berechtigt ist oder nicht, darüber sind die Meinungen geteilt. Während die Berechtigung dazu von der einen Seite¹⁾ damit begründet wird, daß die deutschen Fabriken unter sich bisher immer noch einig geworden sind und keinen Grund haben, ihre Geheimnisse der Konkurrenz des Auslandes preiszugeben, wird von anderer, ausländischer Seite²⁾ die Hinfälligkeit dieser Gründe zu beweisen gesucht — was vielleicht gerade ein Beweis für ihre Bedeutung sein mag. Sei dem, wie ihm wolle, jedenfalls wird durch diese nun einmal vorhandene und im weitesten Maße ausgeübte Geheimniskrämerei die Arbeit des Referenten außerordentlich erschwert. Es konnte daher in den nachfolgenden Ausführungen auf manche Punkte nicht eingegangen werden, deren Veröffentlichung der ausländischen Konkurrenz sicherlich keinen Nutzen gebracht hätte, die aber seitens der betreffenden Firmen trotzdem nicht gestattet wurde.

Obschon das Gebiet der Darstellung von Chlor und Alkali auf elektrolytischem Wege ein ziemlich ausgebautes genannt werden muß, so bedeutet doch das Jahr 1902 in mancher Hinsicht einen Wendepunkt, der einesteils durch die Vergrößerung bedeutender Betriebe, sowie durch die Neuschaffung solcher, andererseits durch wichtige Veröffentlichungen und Patente und endlich durch die Marktlage, insbesondere durch das Sinken des Preises für Chlorkalk, charakterisiert ist. Wir werden auf einzelne dieser Punkte im Laufe unserer Betrachtungen zurückkommen und wollen an dieser Stelle nur noch darauf hinweisen, daß die Periode seit dem genannten Zeitpunkte noch infolge des Umstandes eine besonders interessante genannt werden muß, weil das sogenannte „Glockenverfahren“, nachdem es glänzende Beweise seiner Brauchbarkeit abgelegt hat,

anfängt, den altbewährten Diaphragmenverfahren, sowie den Quecksilberverfahren Konkurrenz zu machen und sich immer weiter auszubreiten. Insbesondere ist es eine Anzahl deutscher Firmen, die an Stelle ihrer komplizierten älteren elektrolytischen Anlagen das Glockenverfahren einführen. Es ist zu wünschen, daß die deutsche Industrie hierdurch gegenüber der ausländischen noch konkurrenzfähiger werde als bisher. (Über die jetzige Verbreitung s. u. bei „Glockenverfahren“.) Der Einwand, daß das Glockenverfahren auf einer geringeren Stufe technischer Vollkommenheit stehe, als die anderen Verfahren, der übrigens noch zu beweisen wäre, kommt hierbei nicht in Betracht: Wenn irgendwo, wo spielt gerade bei der Alkalichloridelektrolyse weniger die technische Vollkommenheit als vielmehr die Wirtschaftlichkeit eine Rolle, wenn es sich um die Einführung neuer Methoden handelt.

Wenn wir in den folgenden Zeilen einen einigermaßen abgeschlossenen Überblick über die Entwicklung der letzten Jahre geben wollen, so müssen wir aus den angeführten Gründen mit dem Jahre 1902 beginnen und nicht nur die Entwicklung der Darstellung von Chlor und Alkali, sondern auch die mit ihr in so engem Zusammenhang stehende der Hypochlorite und Chlorate in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen.

A. Chlor und Alkali.

1. Diaphragmenverfahren.

Das wichtigste Ereignis auf dem Gebiete der Diaphragmenprozesse war wohl die Inbetriebsetzung der neuen großen Anlagen der Electrolytic-Alkali-Company zu Middlewich in der Grafschaft Cheshire in England, die, trotzdem sie noch nicht fertig ausgebaut war, bereits im April 1901 mit 19 Zellen probeweise zu arbeiten begann und die dann nach wesentlichen Verbesserungen infolge der hierbei gesammelten Erfahrungen und weiterem Ausbau im Laufe des Jahres 1902 112 Zellen in Betrieb setzte, deren Zahl jetzt auf etwa 150 gestiegen sein soll. Die Anlage arbeitet nach dem Hargreaves-Bird-Prozeß, der vorher in der alten Hargreavesschen Anlage zu Farnworth in Widneß jahrzehntelang ausprobiert worden war — ist doch der hochbetagte James Hargreaves einer der ältesten Pioniere auf dem Gebiete der Alkalichloridelektrolyse. Zahlreiche Veröffentlichungen³⁾ zeigen, welches Interesse man

¹⁾ Jahrb. Elektrochem. 8, 491.

²⁾ Electr. World and Engin. 1902, I, 821.

³⁾ Electr. World and Engin. 1902, I, 968; II, 697, 970. — Electrician (London) 48, 807; 50, 18. — Elektrochem. Ind. 1, 143. — Elektro-

allgemein dieser in ihrer Art einzig dastehenden Anlage, die übrigens zugänglich ist und Besuchern gern gezeigt wird, entgegenbringt. Die Electrolytic-Alkali-Co. hat in Middlewich ein Terrain von einigen siebenzig Acres Land angekauft und Bohrlöcher bis zu 200 Fuß Tiefe getrieben, in welcher Salzsoole in reichlicher Menge angetroffen wird. Diese wird durch Pumpen direkt in die Zersetzungszellen gepumpt. Die Zellen (Fig. 1) selbst stellen gußeiserne Kästen *a* dar, die innen mit glasierten Backsteinen ausgekleidet sind. Die Dimensionen der Zellen sind: 3 m Länge, $\frac{1}{2}$ m Höhe und 0,5 m Breite. In jeder Zelle befinden sich zwei Diaphragmen *d, d*, über deren Zusammensetzung nichts bekannt ist, deren Masse aber wahrscheinlich der alten Hargreavesschen Diaphragmenmasse ähneln wird, die in der Hauptsache aus Silikaten und Asbest besteht. Durch die Diaphrag-

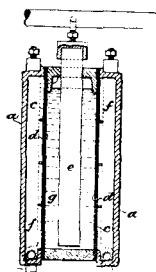


Fig. 1.

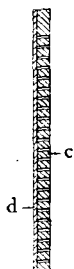


Fig. 2.

men wird die Zelle in drei Teile geteilt, von denen die beiden äußeren *f, f* als Kathodenräume, der innere *g* hingegen als Anodenraum dient. Die Kathoden *c, c* bestehen aus Kupferdrahtnetzen, die Anode *e* aus Retortenkohle. Im unteren Teile der Zelle ist das Einlaufrohr für die Salzlake angebracht, in der Nähe des Deckels befindet sich das Ablaufrohr. Beim Hindurchfließen durch den Anodenraum werden etwa zwei Drittel des Salzes zerlegt, ein Drittel hingegen fließt unzersetzt wieder ab und kann ruhig verloren gegeben werden, da der Preis ein so niedriger ist, daß sich eine nochmalige Verwendung nicht lohnt. Durch das Abflußrohr der Lauge entweicht auch das Chlor, und zwar wird in diesem Abflußrohr ein geringer Unterdruck erzeugt, so daß beim Undichtwerden kein Chlor verloren gehen kann, sondern lediglich Luft eingesaugt wird. Besonders interessant ist, daß Kathode und Diaphragma zu einem Ganzen verbunden sind, wie aus Fig. 2 hervorgeht, in der *c*

das Kathodendrahtnetz, *d* das Diaphragma darstellt.

Von der Weiterverarbeitung der entstandenen Produkte bietet eigentlich nur die der Lauge Interesse. In den Kathodenräumen wird das Natron durch Einblasen von Dampf von der Diaphragmenkathode abgespült und durch gleichzeitige Einwirkung von Kohlensäure in Carbonat umgewandelt. Die Kohlensäure wird aus der Kesselanlage zugeleitet, deren Abgase eine genügende Menge davon enthalten, so daß für sie keine besonderen Kosten entstehen. Die Diaphragmen haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 70 Tagen, doch halten sie in einzelnen Fällen auch doppelt so lange. Rechnet man die zum Einsetzen neuer Diaphragmen nötige Zeit ab, so ist jede Zelle durchschnittlich $23\frac{1}{2}$ Stunden täglich im Betriebe. Als Produkte werden nur Soda und Bleichpulver hergestellt, welches letzteres durch Überleiten des entstandenen Chlors über Kalk gewonnen wird. Der Chlorgehalt dieses Bleichpulvers beträgt 37,5—39%. Es ist vollkommen trocken, absorbiert keine Feuchtigkeit und wird nicht teigig, da es absolut Chloridfrei ist.

Die elektrische Einrichtung ist so getroffen, daß jede Zelle für sich aus- und eingeschaltet werden kann. Der Stromverbrauch einer Zellenreihe von 16 Zellen beläuft sich auf 2500 Ampère bei einer Spannung von 60 Volt, so daß auf eine Zelle etwa 3,7—3,9 Volt treffen. Je sechzehn Zellen sind in Serie geschaltet, und für je 50 Zellen ist eine besondere Dynamomaschine vorgesehen. In den Zuleitungen beträgt die Stromdichte 10 Amp. auf den Quadratmillimeter. Die Durchschnittsleistung der drei Zellenreihen beträgt 360 Kilowatt, und es werden in denselben pro Woche 55 t Bleichpulver und etwa 85 t Soda gewonnen. Es ist interessant zu erfahren, daß bereits nach $4\frac{1}{2}$ monatlichem Betrieb der 1902 eröffneten definitiven Anlage ein Reingewinn von 2141 £ zu verzeichnen war. Die Gesamtanlage ist auch heute noch nicht vollständig ausgebaut, dieselbe wird nach ihrer Vollendung 280 Zellen enthalten. Eine Folge der Eröffnung dieser Fabrik war, daß die der Electrochemical Co. in St. Helens in England geschlossen werden mußte.

Wenn auch die Anlage der Electrolytic Alkali Co. als eine in ihrer Art einzig dastehende bezeichnet werden muß, so bietet sie doch in bezug auf die Technik des Verfahrens nur verhältnismäßig wenig neues dar. Die Anode wird vom Chlor nicht angegriffen, da sie aus sehr widerstandsfähigem

Material besteht. Im Gegensatz hierzu suchen André Rochet und George Ranson⁴⁾ durch das Verfahren selbst eine Beständigkeit der Anode zu erzielen. Ihr Verfahren besteht darin, daß sie als Kathodenflüssigkeit eine wässrige Alkalichloridlösung verwenden und als Anodenflüssigkeit dieselbe Lösung, die jedoch mit mindestens 130 g Alkalisulfid im Liter versetzt ist. Die Konzentration der Anodenflüssigkeit darf während des Prozesses nicht unter 90 g Sulfid pro l sinken. Man bemerkt das Sinken bereits dann, wenn die Konzentration der Sulfidlösung unter 130 g Sulfid im Liter sinkt, daran, daß das Voltmeter zu steigen beginnt, und es ist deshalb vorteilhaft, mit dem Gehalt an Alkalisulfid bis zu 200 g im Liter zu steigen. Der Prozeß selbst wird in einer Zelle mit Diaphragma vorgenommen. Als Anode wird Kohle, Blei oder Platin verwendet, als Kathode Eisen. Die Stromstärke in den Zellen beträgt nach Angabe der Erfinder 5 Ampère pro Quadratcentimeter Kathodenoberfläche, die Spannung 1,5 Volt. Die Temperatur wird zwischen 40 und 50° erhalten. Tritt an der Anode Oxydation ein, so entsteht unter Schwefelabscheidung Thiosulfat. Die Erfinder dieses Verfahrens behaupten noch, daß sie bei eintretender Verarmung des Elektrolyten lösliche Chloride zusetzen, die die vorher unlösliche Eisenanode zu einer löslichen machen sollen, zum Zwecke der Überführung des noch in Lösung befindlichen Erdalkalisulfids in das Hydroxyd unter Ausscheidung eines Gemisches von Schwefel und Schwefelmetall. Es ist nicht recht einzusehen, wie sich dieses Vorgehen mit dem Endzweck des ganzen Verfahrens verträgt.

Ein Verfahren, wie das von Hargreaves und Bird mußte natürlich zur Erfindung anderer Verfahren inspirieren, und in der Tat sind solche aufgetaucht, die dem Hargreaves-Birdschen gewissermaßen „nacheempfunden“ sind. Ein solches Verfahren ist das von Moore in Linn in Massachusetts, das von der „Moore Electrolytic Company in Portland, Maine, ausgebeutet wird⁵⁾. Die Grundlage dieses Verfahrens bildet eine elektrolytische Zelle, deren Diaphragma von so großer Durchlässigkeit sein soll, daß die Kathode, die von möglichst schwammiger Konsistenz ist, immer genügend mit Flüssigkeit versorgt ist. Diese Flüssigkeit

soll im Kathodenraum so lange verweilen, als es für die Elektrolyse nötig ist. Infolge der großen Porosität der Diaphragmen oder Wandungen des Anodenabteils strömt durch dasselbe so viel Flüssigkeit hindurch, daß das Natrium durch sie weggespült wird. Die Verwendung von Dampf zum Abspülen der Natronlauge ist also hier im Gegensatz zum Hargreaves-Bird-Prozeß angeblich nicht nötig. Nach den Mitteilungen des Erfinders sollen pro Quadratmeter Diaphragma in der Stunde 3 l Elektrolyt hindurchfließen, dessen Temperatur etwa 80° beträgt. Die Stromdichte beträgt auf den Quadratmeter 440 bis 510 Ampère. Im amerikanischen Patente 703289 gibt Moore an, daß es ein Fehler der Hargreaveszellen sei, daß sich Kalk und Magnesia auf der Kathode niederschlagen und das Diaphragma verstopfen. Diesen Übelstand will er in der Moore-Allen-

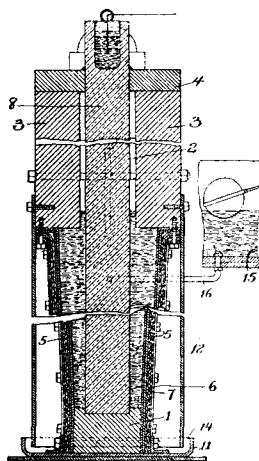


Fig. 3.

schen Zelle (Fig. 3) dadurch vermeiden, daß er die kombinierte Diaphragmakathode, die aus dem Diaphragma 5 aus Asbestpapier und der Kathode aus Drahtgaze (6) und perforiertem Metall (7) besteht, in ein Glockengefäß (12) einhüllt, wodurch zwischen Kathode, resp. Diaphragma und diesem Gefäß ein freier Raum verbleibt, in dem

sich der aus der Wasserzersetzung entstehende Wasserstoff ansammelt. Sobald dieser Raum vollständig mit Wasserstoff erfüllt ist, soll angeblich keine Abscheidung von Kalk und Magnesia mehr stattfinden, sondern diese sollen in Form ihrer Salze gelöst bleiben und mit der Kathodenlauge bei 14, wo auch der Wasserstoff entweicht, abfließen. Im übrigen besteht die Zelle aus einer Basis (1), den eigentlichen Wänden (3) und einem Deckel (4). Die Anode 8 trägt an ihrem oberen Ende eine Aushöhlung für den Quecksilberkontakt. Die Glocke (12) ist nach unten durch die Grundplatte (11) abgeschlossen. Die Vorrichtung 15—16 soll zur Erzeugung eines konstanten Niveaus dienen. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß diese ganze Angabe eitel Spiegelfechtereie ist, und daß die Abscheidung des Kalks und der Magnesia in der Lösung keinerlei Veränderungen erleidet, wenn statt der Luft Wasser-

⁴⁾ D. R. P. 133186. — Engl. Pat. 7397, 1901. — Elektrochem. Z. 9, 199; 10, 40. — J. Soc. Chem. Ind. 1902, 408.

⁵⁾ Electrical World, 1902, I, 16. — Elektrochem. Ind. 1, 215. — Elektrochem. Z. 9, 176. — J. Soc. Chem. Ind. 1902, 971. — Moore, Amerik. Pat. 703289. — Moore & Allen, Amerik. Pat. 716804. — Z. f. Elektrochem. 1903, 58.

stoff vorhanden ist. Es liegt hier sicher nur ein sogenanntes „Umgehungspatent“ vor, und es ist schwer zu begreifen, wie das sonst so streng prüfende amerikanische Patentamt auf dieses Verfahren ein Patent erteilen konnte, umso mehr, da die Diaphragmenkathode, die Dreiteilung der Zelle durch dieselbe usw. ganz den Hargreavesschen Apparaten entsprechen.

Durch die eigenartige Natur des verwendeten Diaphragmas zeichnet sich die Zersetzungszelle von Sommer in Cambridge aus⁶⁾. Dieser wendet als Diaphragma Sand an und ordnet das Ganze so an, daß die Zelle aus einem Eisengefäß besteht, das als Kathode dient. In diesem Eisengefäß befindet sich eine Tonglocke, die auf einer Sandschicht aufsteht, welche den Boden des Kathodenraumes bedeckt. Der Elektrolyt kann also nur auf dem Wege durch die Sandschicht hindurch in die als Anodenzelle dienende Tonglocke hineingelangen. Diese Anordnung hat entschieden den Vorzug der Einfachheit, es ist aber zu bezweifeln, ob sie allen den Ansprüchen genügt, die an einen guten Zersetzungsapparat gestellt werden müssen.

Ein Verfahren, daß mit dem Sommer'schen eine gewisse Ähnlichkeit aufweist, ist das von Seibert und Tempel⁷⁾, die ebenfalls das Diaphragma verbessern und es gleichzeitig auf billige und einfache Weise herstellen wollen. Sie umgeben deshalb die Anode mit einer Füllung von zerkleinertem Koks; über die Erfolge, die sie hiermit erzielt haben, ist bis jetzt noch nichts bekannt geworden, doch ist anzunehmen, daß auch der Koks nicht viel besser wirken wird, als der von Sommer vorgeschlagene Sand. An ihrem Verfahren ist des weiteren noch interessant, daß sie eine Teilung des entstandenen Chlors vornehmen, indem sie einen Teil desselben in die Kathodenlauge einleiten und auf diese Weise Hypochlorit gewinnen, während sie einen anderen Teil durch besondere Leitungen in Absorptionstürme führen, in denen es durch Berieselung mit Wasser absorbiert und so aufgefangen werden soll.

Eine Vereinfachung des zur Zuleitung des Stromes dienenden Mechanismus am elektrolytischen Apparat strebt Adolph Wünsche⁸⁾ durch eine Vorrichtung an, die zugleich eine Vervollkommenung in bezug auf den Prozeß herbeiführen soll. Er geht davon aus, daß die sogenannten zweipoligen

Elektroden, d. h. solche, bei denen die eine Seite der Elektrode als Anode, die entgegengesetzte als Kathode dient, und die Zusammenfügung einer Anzahl von Zellen mit derartigen zweipoligen Elektroden hauptsächlich den Vorteil bietet, daß die für die Reihenschaltung nötige Verbindung der ungleichnamigen Pole durch metallene Zwischenleiter fortfällt, und daß durch diesen Vorteil eine sehr große Zahl schwierig in Ordnung zu haltender Kontakte erspart wird. Trotz dieser Vorzüge werden derartige Apparate aus dem Grunde im Großbetriebe wenig angewandt, weil die vielfachen Anforderungen, die an Elektrolysezellen gestellt werden, leichter bei einpoligen Elektroden zu erfüllen sind. Ist die Anwendung zweipoliger Elektroden aus diesem Grunde überhaupt schon selten, so ist sie bei gleichzeitiger Verwendung eines Diaphragmas fast unbekannt. Die Verwendung von Elektroden der letzteren Art in ausgedehnterem Maß-

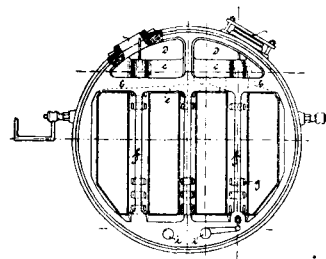


Fig. 4.

stabe will Wünsche nun ermöglichen. Zu diesem Zwecke gestaltet er seinen elektrolytischen Apparat (Fig. 4) für kontinuierlichen Betrieb filterpressenartig aus. Die einzelnen Teile der Filterpresse bestehen aus doppelpoligen Elektrodenplatten, die durch Diaphragmen voneinander getrennt sind, und deren oberer Teil so geformt ist, daß durch das Aneinandergreifen der einzelnen Elemente der Filterpresse, also der doppelpoligen Elektrodenplatten, zwei gegeneinander vollkommen abgeschlossene Reihen von Durchbrechungen d, d entstehen, die in Form zweier Kanäle über den Elektrodenplatten der Länge nach hinlaufen und sogenannte „Schäumkammern“ bilden. Besondere in diesen Schäumkammern senkrecht zur Achsenrichtung der Filterpresse angebrachte und nicht ganz bis zur Decke reichende Scheidewände c, c trennen das ganze System in der Weise, daß die eine Reihe von Schäumkammern nur mit den Anodenräumen, und die andere nur mit den Kathodenräumen mit Hilfe besonderer Kanäle e, g, f in Verbindung steht. Die Scheidewände bewirken auch, daß die Elektrolyte sämtliche Elektrodenräume der

⁶⁾ Amerik. Pat. 707804.

⁷⁾ Engl. Pat. 9812, 1902. — J. Soc. Chem. Ind. 1902, 970.

⁸⁾ D. R. P. 139661. — Elektrochem. Z. 10, 282.

Reihe nach durchströmen und verhindern, daß die auf verschiedenem elektrischen Potential stehenden gleichnamigen Elektrolyte benachbarter Schäumkammern sich unmittelbar berühren. Der Apparat hat zweifellos manche Vorzüge, es muß aber dahingestellt bleiben, ob es seinem Erfinder gelingen wird, denselben gegenüber den nun einmal bestehenden und nach den bisherigen Erfahrungen gewiß berechtigten Vorurteilen gegen die zweipoligen Elektroden in der Technik auch zur Geltung zu bringen.

Einen weiteren Apparat zur Elektrolyse von Chloralkalien haben Chaplin und Halloran⁹⁾ konstruiert. Derselbe bietet keine besonderen Merkmale dar, außer daß der Anodenraum sich in Form einer ringförmigen Kammer an die innere Seite der Außenwand der Elektrolysezelle anschmiegt, und daß die Kupferkathode die Form einer Spirale hat.

Von größeren auf den Verhältnissen der Technik basierenden Arbeiten über das Diaphragmenverfahren sind zu erwähnen die Abhandlungen von Clinton Paul Townsend¹⁰⁾, der die bekanntesten Verfahren in ausführlicher Weise bespricht, sowie eine Abhandlung von Hobart über: „Neue Gesichtspunkte für die elektrolytische Darstellung der Soda und des Chlors“¹¹⁾. Eine Zusammenstellung der rein wissenschaftlichen Arbeiten werden wir ganz am Schlusse in Kürze geben.

2. Quecksilberverfahren.

Ebenso wie der Hargreaves-Bird-Prozeß für die neueren Diaphragmenprozesse vorbildlich geworden ist und auf ihre weitere Ausgestaltung in mannigfacher Hinsicht anregend gewirkt hat, ebenso bildet der Castner-Kellner-Prozeß die Grundlage für eine große Anzahl von neueren Quecksilberverfahren. Aber auch dieser Prozeß hat noch wesentliche Verbesserungen erfahren, die in erster Linie dem Direktor Mauran der Castner Electrolytic Alkali Company in Saltville zu verdanken sind. Diese Verbesserungen bestehen im wesentlichen in folgendem¹²⁾. Zunächst wurden die Kathoden der Mittelzelle des Elektrolysierapparates, die bisher aus Blechstreifen bestanden hatten, durch Drahtgitter ersetzt, dann wurde eine Spannungserniedrigung um 20% dadurch erzielt, daß die Kohlenanoden der

Quecksilberoberfläche bis auf einen halben Zoll genähert wurden. Die Temperatur, bei der gearbeitet wird, ist auch ohne künstliche Kühlung eine sehr niedrige und erreicht kaum 40°; da sie selbst bei heißem Wetter nicht höher steigt, so tritt irgendwelche Chloratbildung nicht ein. Die Stromdichte auf den Quadratfuß beläuft sich auf 110 Ampère; sie steigt an den Anoden auf etwa 150 Ampère. Der Arbeitsstrom beträgt pro Zelle 630 Ampère bei 4,3 Volt, die Stromausbeute beläuft sich auf 90%.

Ein dem Castner-Kellner-Prozeß ziemlich ähnlicher ist der von Blackmore zu Mount Vernon¹³⁾. Wie bei verschiedenen Abänderungen des ursprünglichen Vorbildes, so liegt auch bei dieser das Schwergewicht in einer Modifikation der Art und Weise, nach der das kathodisch gebildete Natriumamalgam aus der Elektrolysezelle entfernt wird, um in einer anderen Zelle unter Bildung von Natronlauge zersetzt zu werden. Blackmore stellt eine Bewegung des Quecksilbers und Amalgams durch die verschiedenen Abteilungen seines Apparates einzig und allein durch die Gewichtsunterschieden der verschiedenen Quecksilber- und Amalgamverbindungen her. Diese Differenzen werden durch verschiedene Auslässe und durch verschiedene Höhe der Verbindungsröhren ausgenutzt. Das Quecksilber wird, nachdem das Natrium aus ihm entfernt worden ist, in das erste Gefäß zurückgepumpt, das die Kathode in der Elektrolysezelle stets mit frischem Quecksilber versorgt. Eine weitere Neuerung des Blackmoreschen Verfahrens bezieht sich auf die Gewinnung von Natronlauge aus dem kathodisch gebildeten Natriumamalgam. Blackmores hierfür konstruierter Apparat besteht aus einem Elektrolysiergefäß, das durch ein Diaphragma in zwei Teile geteilt wird, und dessen Funktionsfähigkeit uns so zweifelhaft erscheint, daß wir auf eine nähere Wiedergabe der ziemlich komplizierten Details verzichten.

Auch der Prozeß Bells¹⁴⁾ lehnt sich ziemlich eng an den Castner-Kellner-Prozeß an, und auch hier wird eine Neuerung dadurch zu erzielen gesucht, daß die Entfernung des Natriums aus dem Amalgam nach einer besonderen Methode angestrebt wird. Diese Methode besteht darin, daß der Elektrolyt zunächst in einer Zersetzungszone mit Quecksilberkathode elektrolysiert und hierdurch Quecksilberamalgam gebildet wird. Zu beiden Seiten der Elektrolysezelle befinden sich Zersetzungszellen für das Amal-

⁹⁾ Amerik. Pat. 695033. — J. Soc. Chem. Ind. 1902. 476.

¹⁰⁾ Elektrochem. Ind. 1, 83, 114, 152, 196. — Electr. World and Engin. 1902, II, 16. — Elektrochem. Z. 9, 637.

¹¹⁾ Elektrochem. Z. 8, 173.

¹²⁾ Jahrb. f. Elektrochem. 9, 642.

¹³⁾ Electr. World and Engin. 1902, 43, 986.

¹⁴⁾ Amerik. Pat. 673754. — J. Soc. Chem. Ind. 1902, 778.

gam, die mit der Elektrolysezelle durch Rohrleitungen in Verbindung stehen. Das Amalgam wird nun durch den Druck, der während der Elektrolyse entwickelten Gase in die Amalgamzersetzungszellen getrieben, und von dort wird das Quecksilber nach der Zersetzung durch den bei dieser entwickelten Wasserstoff wieder in die Elektrolysezelle zurückbefördert. Der Gasdruck von und nach den einzelnen Zellen wird auf automatischem Wege geregelt. Der Prozeß wird bereits fast zwei Jahre lang in einer eigens zu diesem Zwecke erbauten Versuchsanlage der „Pennsylvania Salt Manufacturing Company“ zu Wyandotte ausprobiert. Es hat sich aber, wie es scheint, der erwartete Erfolg bis heute noch nicht eingestellt, da man in eine Fabrikation in größerem Stile noch nicht eingetreten ist.

Auf eine Verbesserung der Amalgambildung läuft der Prozeß Andersons¹⁵⁾ hinaus, der die Wiederlösung des niedergeschlagenen Natriums durch den Elektrolyten in der Zersetzungs-kammer der Zelle auf ein Minimum zu beschränken sucht. Durch diese Reaktion wird Hypochlorit gebildet, das die Kohlen zerstört und das Chlor verdünnt.

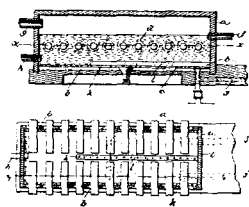


Fig. 5 und 6.

Da die Zersetzung des Natriumamalgams nach Andersons Untersuchungen weniger durch den Hauptkörper des Elektrolyten, der über dem Quecksilber sich befindet, als vielmehr durch den dünnen Überzug der Flüssigkeit zwischen der unteren Fläche des Metalls und dem Zellenboden herrührt, so änderte Anderson diesen letzteren so ab, daß das Entstehen dieser Zwischenschicht vermieden wird. Seine Zelle (Fig. 5 u. 6) besteht aus einem geschlossenen Kasten a mit Einlaßöffnung f und Auslaßöffnung h für den Elektrolyten, sowie einem Gasabzugsrohr g. Die Anoden d sind quer eingesetzt. Die Quecksilberkathode c tritt bei j ein, fließt um eine zentrale Wand l und gelangt bei j₁ nach dem Reinigungsapparat. Der Zellenboden besteht aus einer porösen Platte b aus Röhrenton, der an der Seite und in der Mitte mit Vorsprüngen versehen ist, die sich etwas unter die Oberfläche des Quecksilbers erheben. Diese Vorsprünge sind durch zahlreiche vertikale Kanäle k durchbohrt. Durch diese Kanäle hindurch tritt der Elektrolyt in den porösen Tonboden ein, und aus diesem

¹⁵⁾ Electr. World and Engin. 50, 8. — Elektrochem. Z. 9, 15.

wieder aus und unter die untere Fläche der Kathode. Es entsteht so zwischen dieser und dem Elektrolyten eine elektrolytische Verbindung, die ausreicht, um dem Lösungsdruck des Natriums das Gegengewicht zu halten. Verschiedenen Angaben zufolge soll sich diese Konstruktion auch bewährt haben.

Auch Kelly¹⁶⁾ verfolgt, gleichwie Anderson, den Zweck, den Prozeß der Amalgambildung zu vervollkommen. Bei der Zelle des Castnerschen Apparates schlägt sich das Natrium zwar zunächst auf die Oberfläche der Quecksilberkathode nieder, es wird aber infolge der Form der Bewegung, der das Quecksilber unterworfen ist, durch die ganze Metallschicht hindurch verteilt, und aus diesem Umstand ergeben sich verschiedene Unzuträglichkeiten bei der Oxydation des Natriummetalls, unter denen die Zeit, die hierfür nötig ist in erster Linie in Betracht kommt. Um die Zeitdauer der

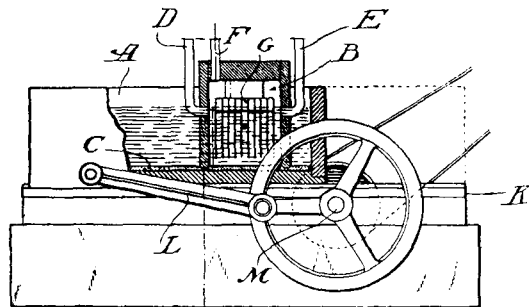


Fig. 7.

Oxydation zu verringern, sucht Kelly die Vermischung der auf dem Quecksilber gebildeten Amalgamschicht mit dem letzteren selbst zu verhindern. Zu diesem Zwecke gibt er dem Zellengefäß außer einigen sonstigen weniger in Betracht kommenden Abänderungen eine langsame horizontale Bewegung, die das Amalgam gewissermaßen auf dem Quecksilber gleitend erhält. Der Gedanke, der der Kellyschen Anordnung zugrunde liegt, ist nicht ganz neu, doch gebührt Kelly das Verdienst, denselben folgerichtig ausgestaltet zu haben, und zwar mit äußerst einfachen Mitteln. Die ganze Bewegung des Gefäßes A wird beim Kellyschen Apparat (Fig. 7) durch eine an einem Rade M angebrachte Exzentervorrichtung mit Pleuelstange L hervorgebracht; das Amalgam C steht dabei fortwährend mit dem Wasser in Berührung und wird durch dasselbe gründlich ausgelaugt. Die Salzlösung befindet sich in der Glocke B, die auch die Kohlenanode G enthält, sowie mit den Zu- und Abflußröhren D und E für den Elek-

¹⁶⁾ Electr. World and Engin. 50, 8. — Elektrochem. Z. 9, 14.

trolyten und dem Gasrohr F für das Chlor versehen ist.

Eine andere Art der Bewegung des Amalgams zu dem gleichen Zweck schlägt Mactear vor¹⁷⁾. Bei derselben wird die Bewegung durch eine Propellerschraube hervorgebracht, und zwar in einem Apparat, der gleichzeitig Elektrolyseur und Amalgamwäscher ist. Die Vorrichtung ist so konstruiert, daß am unteren Ende der senkrecht durch den runden trommelförmigen Apparat hindurchgehenden Achse eine Propellerschraube sitzt, die in das Metall eintaucht und es durch ihre Bewegungen in einen Kanal hineinwirbelt, durch den es in einen am Rande der Zelle angeordneten ringförmigen Raum gelangt, wo durch innige Berührung des Amalgams mit Wasser die Waschung stattfindet. Aus diesem Raume fließt einerseits die gebildete Natronlauge ab, andererseits setzt sich das entstandene Quecksilber mit dem in der Zelle befindlichen Quecksilber

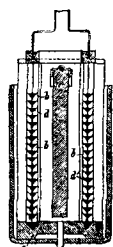


Fig. 8.

dadurch wieder in Verbindung, daß die Abschlußwand des Raumes den Boden der Zelle nicht vollständig berührt, so daß zwischen ihrem unteren Ende und dem Zellenboden ein schmaler Spalt frei bleibt, durch den die Vereinigung des gewaschenen Quecksilbers mit dem in der Zelle befindlichen stattfindet.

Der Apparat von Edwin Edser und Meyer Wildermann¹⁸⁾

dient dem Zweck, die Amalgamzersetzung gleichfalls durch eine besondere Art der Bewegung des Quecksilbers zu regeln und zu einer besseren zu gestalten. Sie erreichen diesen Zweck dadurch, daß sie in der Amalgamzersetzungszone eine Hilfselektrode anbringen und den Strom bald durch diese, bald durch das Quecksilber als andere Elektrode senden. Das Quecksilber gerät hierdurch in eine auf- und niedergehende Bewegung. Beim Apparat selbst (Fig. 8) wird obendrein noch eine Anzahl von Scheidetrögen d übereinander angeordnet, so daß sie eine Scheidewand b bilden. Das übertretende Quecksilber eines jeden Troges wird von dem darunter befindlichen Troge aufgenommen. Der Apparat soll neben seiner verhältnismäßigen Einfachheit noch den Vorteil haben, daß er nur einen geringen elektrischen Widerstand besitzt. Er konsumiert sehr wenig Quecksilber, und das Produkt soll vollkommen rein sein.

Kynaston¹⁹⁾ arbeitet gleichfalls mit einer Anzahl von übereinanderliegenden

Trögen, und seine Anordnung ähnelt hierin, sowie des weiteren auch dadurch, daß das Quecksilber immer vom überstehenden Trog in den darunterstehenden tropft, der eben beschriebenen Konstruktion von Edser und Wildermann. Der Endzweck seiner Vorrichtung ist jedoch der, die Oberfläche der Quecksilberkathode bis zur äußerst möglichen Grenze zu vergrößern. Dies erreicht er dadurch, daß er in seiner Zelle (Fig. 9) eine Reihe von vertikalen Kohleanoden K durch eine Anzahl übereinanderliegender horizontaler Stein- oder Schiefertröge E E hindurchgehen läßt, die auf eine einheitliche Tiefe von einem halben Zoll ausgehöhlt sind. In die Aushöhlungen kommt das Quecksilber. Die Tröge selbst stehen an den entgegengesetzten Enden durch Öffnungen miteinander in Verbindung, durch welche das beständig in den obersten Trog eingefüllte Quecksilber auf den darunter befindlichen tropft. Aus dem untersten Trog gelangt es auf den

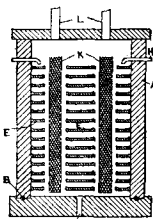


Fig. 9.

Boden der Zelle, von wo es herausgenommen, vom Natrium gereinigt und wieder zurückgegossen werden kann. Das Quecksilber soll in allen Trögen eine konstante Tiefe haben, und es ist, um eine solche zu erreichen, jede Öffnung von einer $\frac{3}{8}$ Zoll hohen Erhöhung umgeben. Die Öffnungen LL sind die Ein-

und Auslaßöffnungen für die Chloridlösung, durch die auch das Chlor entweicht. Durch H wird das Quecksilber in die Tröge gefüllt, durch J wird das Amalgam abgelassen. Eine weitere, nachträglich noch von Kynaston an seinem Apparat angebrachte Verbesserung besteht darin, daß er die Kohlen durch rechteckige Gefäße aus starkem Eisendrahtnetz ersetzt. Diese Gefäße stehen mit dem Amalgam in den Trögen, die als Anoden wirken, in leitender Verbindung, und es entsteht so eine Voltazelle, die eine beträchtliche Energie liefert. Ob es sich freilich empfiehlt, eine solche Vorrichtung, bei der die Stromverteilung unbedingt eine ungleichmäßige werden muß, bei einem Prozesse anzuwenden, der eine so große Sorgfalt in bezug auf die Stromverhältnisse erheischt, ist eine andere Frage. Auch dürfte die Entfernung des Chlors sich bei dieser Konstruktion wohl schwieriger gestalten, als bei der ursprünglichen, so daß es noch dahingestellt bleiben muß, ob die spätere Verbesserung wirklich eine solche für die Praxis genannt werden muß.

Gilmour in Glasgow sucht gleichfalls durch eine besondere Art der Bewegung des

¹⁷⁾ Amerik. Pat. 705 264, 1902.

¹⁸⁾ D. R. P. 130 118. — Elektrochem. Z. 9, 249.

¹⁹⁾ D. R. P. 126 317. — Elektrochem. Z. 9, 13.

Quecksilbers zu wirken²⁰⁾, die darin besteht, daß er dasselbe zwischen einem äußeren Gefäße und in dem innerhalb desselben befindlichen eigentlichen elektrolytischen Zersetzungsgefäß durch eine zur Förderung einer kaustischen Flüssigkeit geeignete Pumpe in stoßweise erfolgende Bewegungen versetzt. Außerdem ist der Zersetzungsapparat mit Vorrichtungen versehen, um zu verhindern, daß während der Einwirkung des Stromes ein Vermischen der chlorhaltigen Lauge in dem inneren Zersetzungsgefäß mit dem kaustischen Alkali erfolgt, das durch die Einwirkung des Wassers auf das Alkaliamalgam im äußeren Gefäß gebildet wird. Die Einrichtung ist so getroffen, daß eine mechanische Bewegung irgend eines Teils des Apparates und die Anwendung einer besonderen Quecksilberpumpe, sowie die Anbringung besonderer Kühlvorrichtungen nicht erforderlich sind; auch wird durch die ständige Gegenwart einer Alkali-Verbindung ein Angreifen des Quecksilbers durch Chlor verhindert, und der vom Apparat beanspruchte Raum ist ein ziemlich geringer. Auf den maschinellen Teil des Apparates einzugehen, erübrigt sich, nachdem wir vorstehend sein Wesen genügend charakterisiert zu haben glauben, umsomehr, als derselbe aus einer großen Anzahl, z. T. ziemlich komplizierter rein mechanischer Vorrichtungen besteht, die für den Chemiker wenig Interessantes darbieten.

Auch der Rhodinsche Apparat ist während der Jahre, über die wir berichten, in mehrfacher Hinsicht verbessert worden, und zwar zunächst von seinem Erfinder J. G. A. Rhodin in Manchester in England einerseits, und von B. E. F. Rhodin andererseits. Wenn wir uns zunächst mit den Verbesserungen des ersten Erfinders, nach dem das Rhodinsche Verfahren benannt ist, beschäftigen, so ist hier²¹⁾ zunächst zu erwähnen, daß der bekannte Apparat am Rande mit einer Vertiefung versehen wurde, in welche der Rand einer Glocke eintaucht. Die Glocke ist vollständig von dem als Kathode dienenden Quecksilber umgeben, und es wird, wenn unter ihr durch eingedrücktes Wasser die Amalgamzersetzung stattfindet, eine geringe Hebung des gesamten Glockenkörpers durch den Wasserdruck erreicht. Diese Hebung genügt, um das Quecksilber in Bewegung zu setzen und mit dem Wasser durcheinander zu rühren, so daß eine möglichst vollkommene Amalgamzersetzung eintritt. Wie man sieht, sind die Methoden, eine Bewegung des Quecksilbers beim Quecksilberverfahren herbeizuführen, recht mannig-

fache, und die erfinderische Geistestätigkeit bewegt sich hier innerhalb sehr weiter Grenzen. Auf die finanziellen Erfolge, die Rhodin mit seinem Quecksilberverfahren erzielt, werden wir am Schlusse unserer Betrachtung über die Quecksilberverfahren noch eingehender zurückkommen.

An das Vorbild der von J. G. A. Rhodin erfundenen Zelle lehnt sich B. E. F. Rhodin²²⁾ an. Die von ihm konstruierte Zelle ist von der American Alkali Company in Camden (New-Jersey) erworben worden; sie gleicht im allgemeinen derjenigen, welche die Canadian Electrochemical Company in Soult Saint-Marie

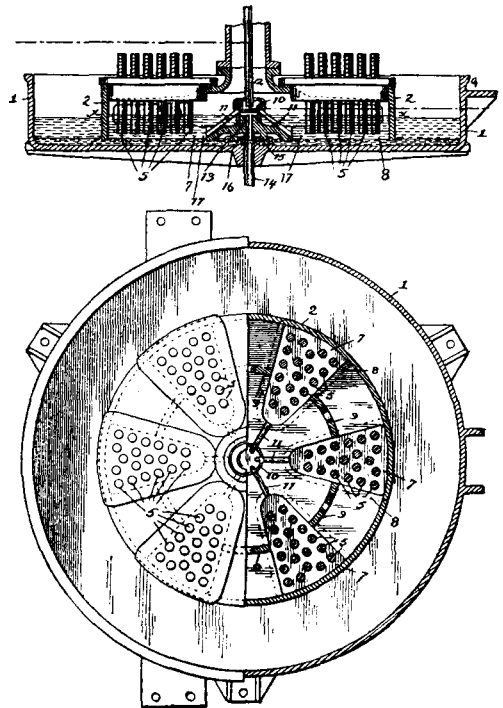


Fig. 10 und 11.

in Canada benutzt, die dort im Jahre 1902 eine Anlage für 600 HP eingerichtet hat. Die Rhodinsche Zelle (Fig. 10 u. 11) besteht aus einem offenen eisernen Behälter (1) für die Quecksilberkathode, und das zur Oxydation des Natriums erforderliche Wasser. In dieser Zelle befindet sich eine zweite drehbare (2) aus glasiertem Ton, die die Anoden (5) trägt, und die mit zu elektrolysierendem Natriumchlorid angefüllt ist. Die Anoden sind an acht segmentförmigen Trägern angeordnet, von denen jeder eine größere Anzahl derselben trägt. Der Elektrolyt wird durch ein zentrales Rohr (12) eingeführt und durch radial angeord-

²⁰⁾ D. R. P. 139389. — Elektrochem. Z. 10, 239.

²¹⁾ Jahrb. f. Elektrochem. 9, 646.

²²⁾ Electrical World 1902, I., 876; II., 1612. Elektrochem. Ind. 1, 86. — Elektrochem. Z. 9, 15. — J. Soc. Chem. Ind. 21, 449.

nete Röhren (11) direkt unter die Anoden geführt, so daß bei 17 der stärkste Niederschlag stattfindet. Durch besondere Öffnungen 13 u. 14 werden die überschüssigen Lösungen abgezogen. Die Anoden (Fig. 12) bestehen aus Stäben (1) aus Retortenkohle, und ihre unteren Enden (5) bilden die wirklichen Anodenflächen. Sie sind in besondere Halter (1), die ebenfalls aus Retortenkohle hergestellt sind, eingeschraubt, und zwar mittels eines sehr langen Gewindes (3), so daß jeder einzelne der Stäbe in der Längsrichtung verstellt werden kann. Durch langsame Drehung der Glocke (2) kommt jeder Oberflächenteil des Quecksilbers abwechselnd unter die Anoden, wo er sich mit dem Natrium verbindet. Beim Weiterdrehen kommt er dann mit Wasser in Verbindung, wodurch das Amalgam sich wieder zersetzt.

Der auf dem Gebiete der Elektrochemie und auch der Alkalichloridelektrolyse nicht weniger bekannte C. J. Reed hat sich ebenfalls mit der Konstruktion einer neuen Zelle für das Quecksilberverfahren befaßt²³⁾, und

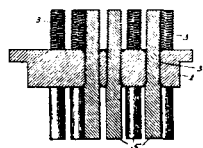


Fig. 12.

zwar wendet er für die Elektrolysezelle einen Strom von anderer Dichte an, als für die Zersetzungszelle. Um hierbei nicht auf zwei Stromquellen angewiesen zu sein, und um nicht in die

unangenehme Lage versetzt zu sein, einen Teil des Stromes in Widerständen ohne Nutzarbeit vernichten zu müssen, schaltet Reed in einfacher Weise eine Anzahl von Elektrolyseurzellen als Widerstand in seinen Stromkreis ein. Er erhält so immer die doppelte Anzahl der Amalgamzersetzungs- zellen als Elektrolyseurzellen. Um das Quecksilber zu bewegen, benutzt er eine Art kleinen Baggerapparates, der das Quecksilber immer von einer Zelle in die andere schöpft. Es ist zwischen je zwei Zellen ein solcher Apparat angebracht. Dadurch, daß Reed das Quecksilber nicht in konstantem Strome fließen läßt, sondern es in einzelnen Anteilen von Zelle zu Zelle befördert, will er die Entstehung von Kurzschlüssen vermeiden. Die Einrichtung dürfte allerdings bei dem Gewichte des Quecksilbers den Nachteil haben, daß sich der in den zur Bewegung der Bagger dienenden Motoren* verbrauchte Strom im Budget mit einer ziemlich Zahl wieder vorfinden dürfte.

Einen ähnlichen mechanischen Antrieb zur Bewegung des Quecksilbers wie Reed verwendet Wilson²⁴⁾, indem er im Amalgam-

zersetzer ein kleines Mühlenrad mit langen Schaufeln anbringt, die so lang sind, daß sie sowohl in die Natronlauge, wie in das unter ihr befindliche Quecksilber eintauchen und beide in Zirkulation versetzen. Irgendwelche sonstigen interessanten Einzelheiten zeigt sein Verfahren nicht.

Das gleiche ist der Fall beim elektrolytischen Zersetzungsapparat (Fig. 13) der „The Commercial Development Corporation Limited“²⁵⁾ in Liverpool, der mit einer Rhodinschen Zelle außerordentliche Ähnlichkeit hat und sich von ihr durch das allerdings eine gewisse Berechtigung habende Moment unterscheidet, daß der ebenfalls rotierende Innenbehälter c durch eine horizontal liegende poröse Scheidewand e in zwei übereinanderliegende Teile geteilt ist, so daß zwei Räume entstehen, von denen der untere zur Aufnahme von Unreinigkeiten dienen soll. K ist die Quecksilberkathode,

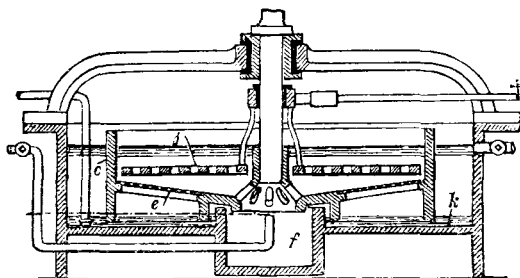


Fig. 13.

j die Kupferanode und f ein Aufnahmegefäß für die ausgeschiedenen Verunreinigungen.

Neben den vorstehend angeführten wichtigeren Fortschritten auf dem Gebiete des Quecksilberverfahrens sind noch eine ganze Anzahl weiterer Konstruktionen zu verzeichnen, die aber nur unwesentliches enthalten, und die wir deshalb kurz hier zusammenfassen können. So wendet Truesdell in Pittsfield in Massachusetts²⁶⁾ bei einer elektrolytischen Zelle zur Zersetzung von Chloralkalilösungen einen langen, sehr niedrigen Elektrolyseur an und arbeitet ähnlich wie Reed mit verschiedenartigen Strömen in der Elektrolyseur- und Amalgamzersetzungs- zelle. Dies erreicht er dadurch, daß er für die letztere einen besonderen Hilfsstrom zur Anwendung bringt. — Le Sueur²⁷⁾ lagert das Quecksilber auf ein den Boden des

Ind. 1902, 476. — Electr. World and Engin. 1902, 398.

²³⁾ D. R. P. 117971. — Elektrochem. Z. 8, 257.

²⁶⁾ Amerik. Pat. 712218. — Electr. World and Engin. 1902, 750. — Elektrochem. Ind. 1, 132. — J. Soc. Chem. Ind. 1902, 540. — Z. f. Elektrochem. 1903, 376.

²⁷⁾ Amerik. Pat. 676531.

²³⁾ Amerik. Pat. 699414.

²⁴⁾ Amerik. Pat. 693678. — J. Soc. Chem.

Anodenkastens bildendes Drahtnetz, so daß es im Anodenkasten als Kathode, im Kathodenkasten hingegen, in den der Anodenkasten eintaucht, zur Anode wird. Er ist sich des hauptsächlichsten Nachteils seiner Konstruktion selbst bewußt, der darin besteht, daß leicht Verstopfungen des Drahtnetzes eintreten können, und er bringt deshalb besondere Trichter an, die dazu dienen sollen, verunreinigtes und das Drahtnetz verstopfendes Quecksilber zu erneuern. Das verunreinigte, vom Drahtnetz abtropfende Quecksilber sammelt sich im Kathodenkasten an. — Der Apparat von La Cour und Rink²⁸⁾ bietet gegenüber den bekannten Konstruktionen absolut nichts Neues oder Bemerkenswertes dar.

Wichtige aus der Praxis hervorgegangene theoretische oder wissenschaftliche Arbeiten sind speziell über das Quecksilberverfahren während der Jahre, über die wir berichten, nicht erschienen. Auf eine Anzahl rein theoretischer Arbeiten werden wir am Schlusse noch kurz zusammenfassend zurückkommen.

Hingegen hielt J. G. A. Rhodin im Verein schwedischer Technologen einen Vortrag, der eine der wenigen Veröffentlichungen vorstellt, die von seiten eines Mannes der Praxis über die Wirtschaftlichkeit eines Quecksilberverfahrens der Öffentlichkeit unterbreitet worden sind²⁹⁾. In Anbetracht der Wichtigkeit dieser Berechnungen und mit Rücksicht auf die Bedeutung ihres Verfassers für die Entwicklung der Alkaliindustrie geben wir sie nachstehend wieder und bemerken, daß ihr die mit dem Rhodinschen Verfahren in Amerika und England gemachten Erfahrungen zugrunde gelegt sind, und daß Rhodin eine Anlage in der Nähe einer Wasserkraft annimmt. Er stellt unter Zugrundelegung eines Kraftverbrauchs von ungefähr 3000 HP mit 90% Ausbeute an elektrischer Energie folgende Betriebsberechnungen für vierundzwanzig Stunden auf:

Herstellung von 15,1 t kaust. Natron und 30 t Chlorkalk in 24 Stunden:

AUSGABE.

| | |
|--|------------|
| 20 t Salz (à 15,00 Kr.) . . | 300,00 Kr. |
| 15 t Kalk (à 20,00 Kr.) . . | 300,00 „ |
| 48 000 Kilowattstd. (à 0,7 Öre) . . | 336,00 „ |
| Abnutzung der Anoden . . . | 200,00 „ |
| Verpackung von 30 t Chlorkalk in t (à 13,00 Kr.) . . . | 390,00 „ |

Übertrag: 1526,00 Kr.

Übertrag: 1526,00 Kr.

Verpackung von 15,1 t kaust.

| | |
|-------------------------------|----------|
| Natron in Ballons (à 5,4 Kr.) | 81,54 „ |
| Konzentrieren der Natronlauge | 200,00 „ |

Löhne:

| | |
|---|------------|
| 60 Arbeiter i. d. elektrolyt. Anlage (à 3,00 Kr.) . . . | 180,00 Kr. |
| 15 Tagearbeiter (à 2,50 Kr.) . . . | 37,50 „ |
| 10 Arbeiter in der Chlorkammer (à 4,50 Kr.) . . . | 45,00 „ |
| 6 Arbeiter beim Eindampf. (à 3,00 Kr.) | 18,00 „ |
| 5 Arbeiter im Maschinenraum (à 3,60 Kr.) . . . | 18,00 „ |
| 6 Arbeiter in den Reparaturwerkstätten (à 3,00 Kr.) . . . | 18,00 „ |

| | |
|---|----------|
| Summa der Löhne | 316,50 „ |
| Generalunkosten (pro Jahr mit 100 000 Kr. angenommen) pro Tag | 333,33 „ |
| Fracht (bis zum Hafenplatz Liverpool 46 t (à 15,00 Kr.) | 690,00 „ |
| 10% Amortisat. v. 1 226 400 Kr. (Kosten für Fabrik inkl. Maschinen) | 422,13 „ |
| 5% Amortisation v. 554 400 Kr. (Kosten für Quecksilber in 440 Zellen) | 92,40 „ |

Summa 3661,90 Kr.

EINNAHME.

| | |
|---|-------------|
| 15,1 t kaustisches Natron (à 198 Kr.) | 2989,80 Kr. |
| 30,0 t Chlorkalk (à 123,75 Kr.) | 3712,50 „ |

Summa 6702,30 Kr.

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Nettogewinn pro Tag . . | 3040,40 Kr. |
| dto. pro Jahr (300 Tage) 912 120,00 „ | = 25,4% von 3 600 000 Kr. |

Diese Preise für kaustisches Natron und Chlorkalk entsprechen den Tagespreisen zur Zeit der Aufstellung der Berechnung. Legt man dagegen die ungünstigsten in den letzten Jahren erzielten, also die niedrigsten Preise zugrunde, so erhält man:

| | |
|---|-------------|
| 15,1 t kaustisches Natron (à 162 Kr.) | 2446,20 Kr. |
| 30,0 t Chlorkalk (à 90 Kr.) | 2700,00 „ |

Summa 5146,20 Kr.

Also:

| | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Nettogewinn pro Tag . . | 1484,30 Kr. |
| dto. pro Jahr (300 Tage) 445 290,00 „ | = 12,4% von 3 600 000 Kr. |

²⁸⁾ Engl. Pat. 5718, 1902. — Franz. Pat. 319388. — J. Soc. Chem. Ind. 1902, 913.

²⁹⁾ Elektrochem Z. 9, 4. — Teknisk Tidsskrift 1902.

Bei dieser Aufstellung ist in der Rentabilitätsberechnung ein Kapital von 3 600 000 Kr. angenommen, das aber nach Ansicht Rhodins sicherlich zu hoch gegriffen ist, so daß also bei niedrigerem Anlagekapital die Rentabilität eine bedeutend höhere sein wird. Der im ersten Moment auffällige Umstand, daß die Kosten für das Ausgangsmaterial des gesamten Prozesses, für das Salz, nur den verhältnismäßig geringen Betrag von 8,2% der gesamten Ausgaben betragen, ist damit zu erklären, daß die Anlage als eine sehr große mit Verwendung von über 2000 HP projektiert ist. Bei Annahme einer kleineren Anlage würde der Prozentsatz der Kosten für das Salz, berechnet aus den gesamten Ausgaben, natürlich ein höherer sein.

(Schluß folgt.)

Die Ausstrahlung und zugleich die Leistung von Bleikammern kann durch einen zweckmäßigen Anstrich wesentlich erhöht werden.

Von Direktor BAKEMA. Zwyndrecht (Holland).
(Eingeg. d. 29.7. 1904.)

Es ist Tatsache, daß die Schwefelsäurefabrikation in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte gemacht hat. Jeder versucht, seinen Betrieb möglichst „intensiv“ arbeiten zu lassen. Exhaustoren, Wasserzerstäubung, Kühlung durch „Intensifier“ usw. haben alle zusammen die Leistung des disponiblen Kammerraums bedeutend erhöht.

Je intensiver aber der Betrieb, desto schwieriger wird es, die Temperatur (hauptsächlich die der ersten Kammer) genügend niedrig zu halten. Berieselung der ersten Kammer durch Wasser hat sich praktisch nicht gut bewährt.

Seit längerer Zeit nun habe ich durch eine lange Reihe von Versuchen ausprobiert, ob die Ausstrahlung, oder Abkühlung von Bleikammern durch einen zweckmäßigen schwarzen Anstrich nicht zu vergrößern wäre.

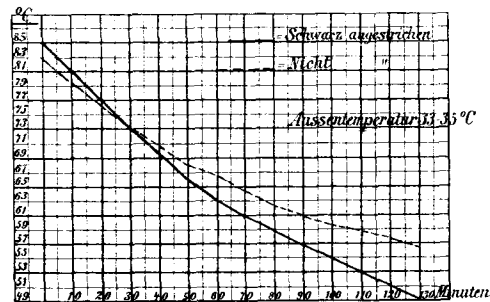
Die Versuche von Leslie, Rumford und Belloni haben, wie bekannt, gezeigt, daß, die von „Ruß“ ausgestrahlte Wärme mit 100 angenommen, mattes Blei 45 und glänzendes Blei 19 Wärmeinheiten abgibt, bei gleichen Verhältnissen.

Für meine Versuche habe ich nun zwei kleine Kammern von je 1 cbm Inhalt in einem abgeschlossenen Raume aufgestellt, damit der Einfluß der Außentemperatur auf beide Kammern derselbe wäre. Beide Kammern wurden zu gleicher Zeit mit Wasser von ca. 85° gefüllt.

Der einen Kammer gab ich keinen Anstrich, der anderen bei jedem Versuch einen schwarzen Anstrich von verschiedener Zusammenstellung und Dicke. (Dies spielt nämlich eine große Rolle. Man kann sogar durch den schwarzen Anstrich die Ausstrahlung vermindern.) Der Temperaturrückgang beider Kammern wurde alle zehn Minuten notiert.

Aus den nach diesen Zahlen zusammengestellten Kurven ergab sich, welcher Anstrich am zweckmäßigsten war.

Wie aus den hier abgedruckten Kurven hervorgeht, ist der Verlauf der Abkühlung eine



regelmäßige gewesen und zweifellos zugunsten der schwarz angestrichenen Kammer.

Speziell im Sommer wäre dieses Verfahren für Fabriken mit intensivem Betriebe empfehlenswert.

Beiträge zur Kenntniss der Hydrosulfite.

(Mitteilung aus dem Laboratorium für Farben-Chemie und Färberei-Technik der Technischen Hochschule Dresden.)

Von HANS BUCHERER und ARTHUR SCHWALBE.
(Eingeg. am 19.8. 1904.)

Auf Grund ihres hervorragenden Reduktionsvermögens haben die Hydrosulfite besonders in den letzten Jahren eine große Bedeutung für die Zwecke sowohl der Küpenfärberei wie auch des Blau- und Ätzdruckes erlangt, nachdem man, vor allem seit der Einführung des künstlichen Indigos, der Anwendung der Hydrosulfitküpe wegen der geringen damit verbundenen Indigoverluste sein Augenmerk zugewandt hatte. Die Erkenntnis von der Wichtigkeit dieser eigenartigen Schwefelverbindungen hat einen sehr beredten Ausdruck gefunden in den angestregten Bemühungen der Technik, die Hydrosulfite nicht nur durch Verbesserung der Ausbeuten billig darzustellen, sondern sie auch in einer solchen Form in den Handel zu bringen, die geeignet wäre, den Verbraucher vor den beträchtlichen Verlusten zu schützen, die infolge der außerordentlichen Unbeständigkeit auch der festen Verbindungen bisher unvermeidlich schienen. Diese Bemühungen sind vor nicht langer Zeit von glücklichem Erfolge gekrönt worden, indem es gelungen ist, in den Additionsprodukten aus Hydrosulfiten und Aldehyden (besonders Formaldehyd) und Ketonen Salze darzustellen, die den weitestgehenden Anforderungen an Beständigkeit zu genügen vermögen.

Auffallenderweise hat die wissenschaftliche Erkenntnis der Konstitution der Hydrosulfite mit diesen technischen Erfolgen nicht gleichen Schritt gehalten, so daß auch heute noch eine Reihe von ungelösten Fragen der endgültigen Entscheidung harren. Bekannt ist, daß die Meinungen der Fachgenossen geteilt sind einer-