

durch die LÖcher aus, während das geschmolzene Natrium im Löffel bleibt.

Jeder Schmelztiegel wird mit über 100 kg Ätznatron beschickt und erhält einen Strom von 1200 Amp. bei 5 Volt. Die Ausbeute an Natrium beträgt, wenn die Temperatur der Schmelze die richtige Höhe hat ( $315^{\circ}$ ), bis zu 90% der theoretischen Menge. In der Fabrik der Niagara Electrochemical Co. sind 120 solcher Tiegel aufgestellt, die zu je 30 hintereinander geschaltet sind; täglich können bis zu 3000 kg Natrium hergestellt werden; jedes Kilogramm erfordert etwa 9 PS-Stunden und kommt auf etwa 1 Mk. zu stehen. Ein Teil des Natriums wird umgeschmolzen und in zugelöteten Blechbüchsen versandt (er findet namentlich für organischchemische Arbeiten als sehr kräftiges Reduktionsmittel Verwendung); das meiste Metall wird zu Cyannatrium und zu Natriumsuperoxyd weiter verarbeitet, von denen das eine bei der Goldgewinnung, das andere bei der Bleicherei verwandt wird.

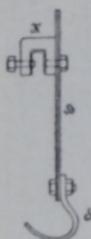


Fig. 14.

In Deutschland wird metallisches Natrium von den Höchster Farbwerken in Höchst am Main und von der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron in Rheinfelden und Bitterfeld hergestellt. In der letzteren Fabrik wird seit 1895 nach einem Verfahren gearbeitet, das dem beim Kalzium beschriebenen ähnlich ist. Als Kathode dient ein hakenförmig gebogener Eisenschuh (Fig. 14), der an einem federnden Kupferblech hängt und die Schmelze berührt. So oft sich an der Berührungsstelle zwischen Kathode und Schmelze ein großer Tropfen geschmolzenen Natriums gebildet hat, schiebt ein Arbeiter den Schuh zur Seite und schöpft das Natrium mit einem Löffel ab.

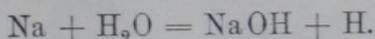
## Vierter Abschnitt.

### Alkalichloridelektrolyse.

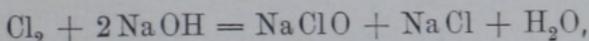
Während die im vorigen Abschnitt behandelte Fabrikation von metallischem Natrium durch die beschränkte Nachfrage in engeren Grenzen gehalten und Kaliummetall von der Technik bis jetzt gar nicht verlangt wird, werden Alkali und Ätznatron, Natriumhypochlorit und Kaliumchlorat in gewaltigen Mengen durch Elektrolyse wässriger Lösungen von Kaliumchlorid und Natriumchlorid hergestellt.

**Hypochloritbildung.**

Leitet man in eine wässrige Lösung von Chlornatrium (Kochsalz) den elektrischen Strom, so werden am positiven Pol Chlorionen und am negativen Pol Natriumionen entladen. Das entstandene Natrium zerlegt sofort das Wasser, indem Natriumhydroxyd (Nagnatron) entsteht und Wasserstoff entweicht:



Das an der Anode entstandene Chlor kann nun mit dem Natriumhydroxyd Natriumhypochlorit ( $\text{NaClO}$ , unterchlorigsaures Natrium) bilden:



wobei, wie man sieht, die Hälfte des  $\text{NaOH}$  wieder in  $\text{NaCl}$  zurückverwandelt wird.

Natriumhypochlorit ist ein starkes Bleichmittel ebenso wie der Chlorkalk, der Kalziumhypochlorit als wirksamen Bestandteil enthält.

Zwei Nebenvorgänge tragen dazu bei, daß die Konzentration der Lösung an Hypochlorit nicht beliebig gesteigert werden kann. An der Kathode wird Hypochlorit wieder reduziert, an der Anode kann es zu Chlorat (Chlorsaurem Salz) weiter oxydiert werden. Beide Vorgänge werden durch größere Konzentration des Hypochlorits und durch höhere Temperatur befördert. Man muß deshalb während der Elektrolyse die Temperatur durch Kühlen möglichst niedrig halten und sich mit einem mäßigen Gehalt an Hypochlorit begnügen.

**Herstellung von Bleichlaugen im Apparat von Kellner.**

In der Technik sind zur elektrolytischen Herstellung von Bleichlaugen mannigfache Apparate in Gebrauch, von denen ich zwei beschreiben will.

Der von Kellner erfundene und von Siemens & Halske gebaute Apparat (Fig. 15) benutzt als Elektroden Glasplatten, die mit Drahtnetz aus Platiniridium umwickelt sind (Fig. 16). Eine größere Reihe solcher Platten sind in eine Steinzeugwanne so eingesetzt, daß sie (ebenso wie beim Wasserzersetzungsapparat, siehe S. 34) als Mittelleiter doppelteils beansprucht werden. Die Platten, die eine Reihe von schmalen Elektrolysezellen abteilen, sind gegen die Seitenwände der Wanne mit Gummistreifen sorgfältig abge-

dichtet, reichen aber nicht ganz bis zum Boden der Wanne. Die erste und die letzte Elektrode der ganzen Reihe, die zur Stromzuführung dienen, bestehen aus Platindrahtgewebe, das zwischen zwei

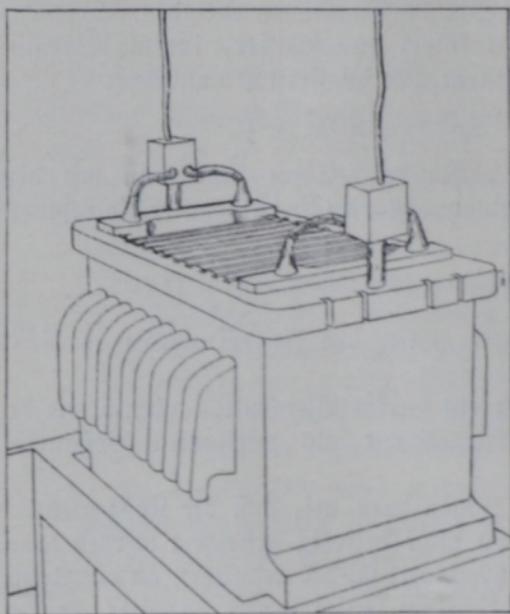


Fig. 15.

senkrechten, mit Platin überzogenen Stäben ausgedehnt ist.

Der Elektrolyt (Nochsalzlösung) wird am Boden des Troges eingeführt, steigt in den einzelnen Zellen empor, erwärmt sich während des Stromdurchgangs und fließt oben aus seitlichen Ansatzröhren in ein unter der Wanne stehendes Sammelgefäß ab, wo er durch eine von kaltem Wasser durchströmte Schlange (aus Steinzeug) gekühlt und dann durch eine mit Hartblei<sup>1)</sup> aus-

gekleidete Zentrifugalpumpe so oft wieder in die Zellen emporgetrieben wird, bis die gewünschte Stärke der Bleichlauge erreicht ist.

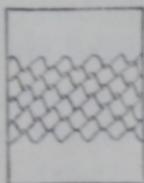


Fig. 16.

Jede Zelle verbraucht etwa 5,5 Volt; für 110 Volt Spannung werden 20 Zellen in einer Wanne vereinigt. Bei einer Stromstärke von 120 Ampere liefert ein solcher 20zelliger Apparat in 24 Stunden etwa 50 kg bleichendes Chlor in 5 obm Lauge. Im Verhältnis zu der nach dem Faradayschen Gesetze berechneten theoretischen Menge

beträgt die Ausbeute etwa 66%.

Begnügt man sich mit einem kleineren Gehalt an Hypochlorit, so wird die Ausbeute günstiger. Den theoretischen Wert könnte

1) Hartblei (d. h. antimonhaltiges Blei) wird von der Bleichlauge nicht angegriffen.

sie schon deshalb nicht erreichen, weil die einzelnen Zellen unten offen sind und die Flüssigkeit am Boden der Wanne einen Nebenschluß bildet, so daß ein Bruchteil des Stromes die Mittelleiter umgeht und für die Elektrolyse fast ganz verloren bleibt.

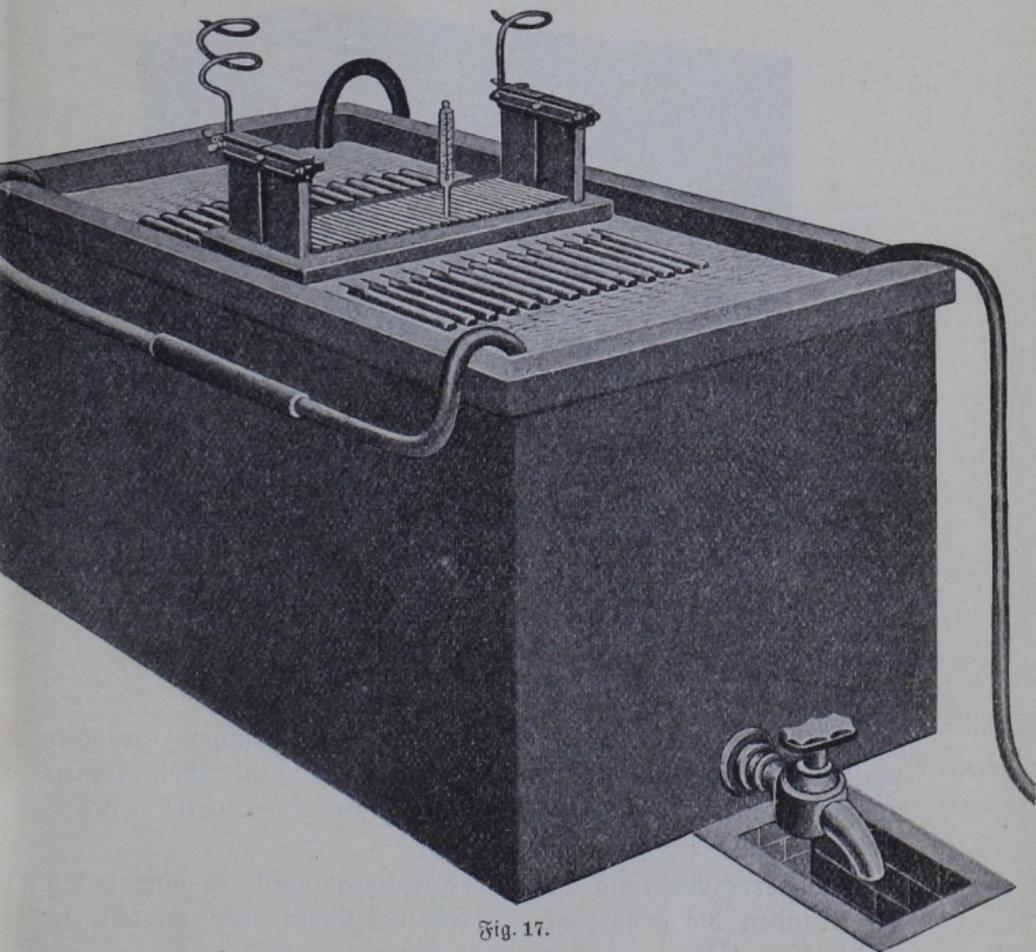


Fig. 17.

### Apparat von Haas und Öttel.

In mancher Beziehung einfacher ist der von Haas und Öttel gebaute Apparat, den Fig. 17 zeigt. Statt durch eine Pumpe wird hier die Lauge einfach durch den an den Kathoden entwickelten Wasserstoff gehoben. Der eigentliche „Elektrolyseur“ (Fig. 18), der ebenso wie bei Kellner aus einer Reihe schmaler Einzelzellen besteht, ist in einen mit Kochsalzlösung beschickten Trog eingesenkt. In jede Zelle tritt durch ein Loch in ihrem

Boden die Lösung ein, wird durch den aufschäumenden Wasserstoff nach oben geführt und läuft durch ein Überlaufröhrchen wieder in den Trog zurück, wo die Lauge durch Kühlschlangen abgekühlt wird, so daß die Temperatur in den Zellen nicht über  $35^{\circ}$  steigt.

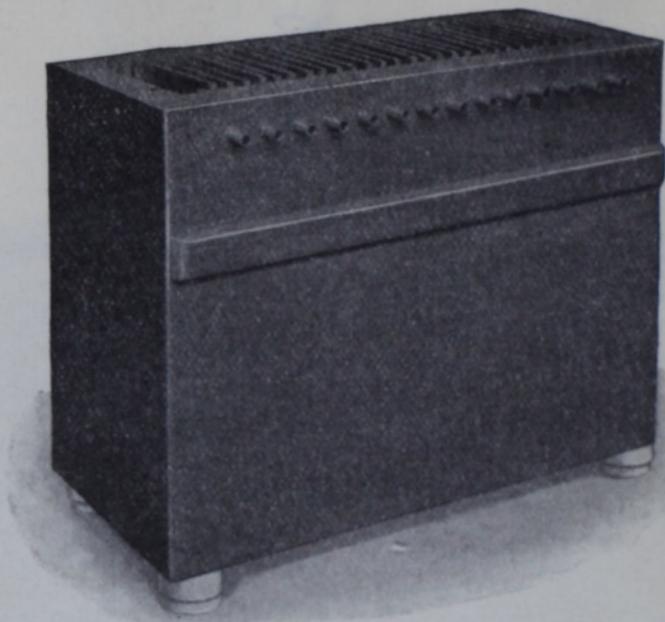


Fig. 18.

Als Elektroden dienen besonders widerstandsfähige Graphitplatten; die Endelektroden sind für den Anschluß mit Metallköpfen umgossen; die Überlaufröhrchen und andere Innenteile bestehen aus Glas und Porzellan.

Besonderer Wartung bedarf der Apparat nicht; ist nach 5 bis 10 Stunden die gewünschte Stärke der Bleichlauge erreicht, so ist die klare Lösung ohne weiteres fertig zum Gebrauch.

#### Allgemeines über elektrolytische Bleichlaugen.

Derartige elektrolytische Bleichapparate sind vielfach im Gebrauch; sie sind auch für kleinere Betriebe (Wäschereien usw.) sehr bequem. Vor den auf chemischem Wege aus Natron und Chlorgas oder mit Chlorkalk hergestellten Bleichlaugen hat die elektrolytisch aus neutraler Kochsalzlösung gewonnene Hypochloritlösung den Vorzug, daß sie keinen Überschuß von ätzendem Alkali

enthält, das die Gewebefaser angreift. Allerdings liefert die Elektrolyse nur ziemlich verdünnte Bleichlaugen, deren Gehalt an bleichendem Chlor für einige Zwecke nicht genügt.

Da der Transport der Bleichlauge nicht lohnt, so wird sie stets am Orte ihrer Verwendung hergestellt, und da sie sich beim Aufbewahren allmählich zersetzt, möglichst bald verwandt.

Von den beiden beschriebenen Systemen mögen wohl Apparate mit zusammen etwa 4000 PS im Betriebe sein.

### Chloratgewinnung.

Der bei der Herstellung von Bleichlaugen störende Übergang von Hypochlorit in Chlorat bietet, wenn man die Bedingungen gerade so wählt, daß diese weitergehende Oxydation möglichst begünstigt wird, einen bequemen Weg, um Kaliumchlorat  $\text{KClO}_3$  (Chlorsaures Kali) elektrolytisch darzustellen. Zu diesem Zwecke elektrolysiert man eine heiße (etwa 25prozentige) Lösung von Kaliumchlorid so lange, bis sie mit Kaliumchlorat gesättigt ist. Noch heiß wird die Flüssigkeit in Kristallisierpfannen abgelassen, wo sich beim Erkalten der größte Teil des Chlorats abscheidet. Die Mutterlauge kehrt nach Ersatz des verbrauchten Kaliumchlorids wieder in die Elektrolysiergefäße zurück.

Die Anoden bestehen aus Platiniridium, die Kathoden meist aus Kohle oder Eisen. Die Ausbeute wird bedeutend erhöht, wenn man zu der mit Salzsäure angeäuerten Chloralkaliumlösung chromsaures Kali zufügt. Durch den Chromatzusatz wird die schädliche Reduktion an der Kathode wesentlich herabgesetzt und die Ausbeute an Chlorat gesteigert; man erklärt sich diese günstige Wirkung dadurch, daß die Kathode sich mit einem Diaphragma aus Chromoxyd bekleidet und so ihre unmittelbare Berührung mit der Chloratlösung verhindert wird. Ähnlich wirkt ein Gehalt der Badflüssigkeit an Kalzsalzen, die einen Kalzüberzug auf der Kathode erzeugen.

Während der Elektrolyse bewegt man die Flüssigkeit in den Zellen derart, daß sie von der Kathode zur Anode fließt.

Die Badspannung beträgt etwa 5 Volt; eine Reihe von Zellen sind hintereinander geschaltet. Die Stromdichte beträgt etwa 50 Ampère. Die Stromausbeute ist ziemlich hoch, sie soll über 80% betragen. Zur Erzeugung von 1 kg  $\text{KClO}_3$  sind etwa 7 K.W. St. erforderlich; die Kosten werden auf etwa 40 Pf. für 1 kg geschätzt.

Die elektrolytische Herstellung von Kaliumchlorat wird in verschiedenen großen Fabriken betrieben, die über billige Wasserkraft verfügen: Chedde und Vallorbes in der Schweiz, St. Michel in Savoyen, Mansboe und Alby in Schweden und am Niagara-fall. Insgesamt mögen dieser Fabrikation 20000 P.S. dienen.

Das Kaliumchlorat, das seinen großen Sauerstoffgehalt leicht abgibt, wird besonders zur Zündholzherstellung, in der Feuerwerkerei, in Farbenfabriken und Zeugdruckereien gebraucht.

Die elektrolytische Chloratgewinnung hat die früheren chemischen Herstellungsweisen so gut wie gänzlich verdrängt.

#### Alkalihydrat und Chlor.

So wichtig die Bereitung von Chlorat und Hypochlorit auch für die elektrochemische Technik ist, eine noch weit bedeutendere Rolle spielt, besonders in Deutschland, die elektrolytische Gewinnung von Alkali und Chlor. Zumal bei den großen Kalibergwerken der Provinz Sachsen hat sich, begünstigt durch die Nähe von Braunkohlengruben, eine blühende elektrochemische Industrie entwickelt, die riesige Mengen von Chlorkalium auf Alkali verarbeitet.

Um das an der Kathode gebildete Kaliumhydroxyd vor der Reaktion mit dem an der Anode entwickelten Chlor zu bewahren, hat man drei Wege in der Technik brauchbar gefunden:

1. das Diaphragmenverfahren,
2. das Glockenverfahren,
3. das Quecksilberverfahren.

#### Das Diaphragmenverfahren.

Bei dem Diaphragmenverfahren wird die Kathode von der Anode durch eine poröse Wand getrennt. Ein solches Diaphragma darf von der Lauge nicht angegriffen werden; es soll möglichst gleichmäßig von feinen Poren durchsetzt sein und den Widerstand der Zelle möglichst wenig erhöhen. Diese Aufgabe wird von den Diaphragmen erfüllt, die nach dem Verfahren von Matthes und Weber aus Portlandzement hergestellt werden, indem man den Zement mit etwas Kochsalz versetzt und mit Kochsalzlösung anrührt. Beim Abbinden des Zementes kristallisiert das Kochsalz aus; es wird durch Wasser herausgelöst und hinterläßt zahllose feine Poren.

In Amerika benutzt man meistens Asbestdiaphragmen.

Das mit Diaphragmen arbeitende Verfahren der Alkaliherstellung ist besonders von der Chemischen Fabrik Griesheim unter Leitung von J. Stroof ausgebildet worden. Nach mehrjährigen Versuchen setzte sie 1890 die erste große Anlage zur elektrolytischen Gewinnung von Alkali und Chlor in Betrieb.

Die Elektrolysiergefäße des Griesheimer Verfahrens werden durch Fig. 19 im Längsschnitt und durch Figur 20 im Querschnitt dargestellt. Ein langer eiserner Kasten ist durch Quer-

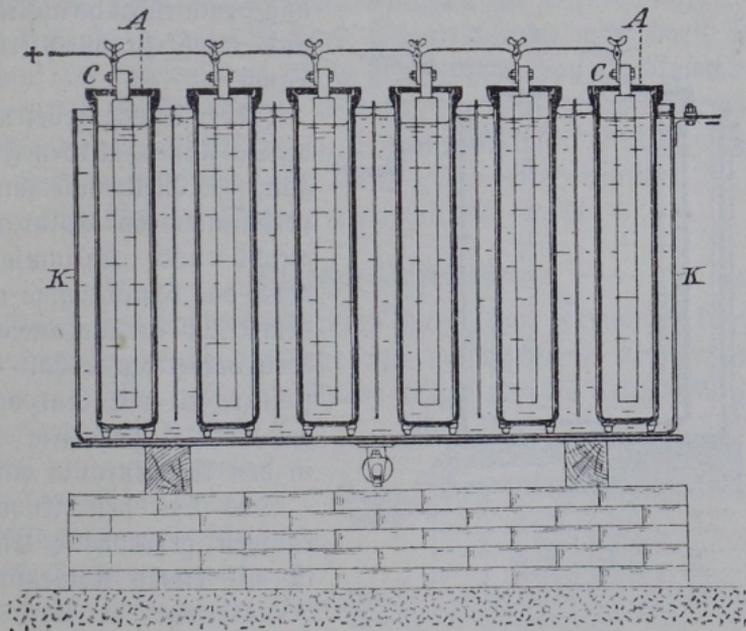


Fig. 19.

wände aus Eisenblech in eine Reihe von Räumen abgeteilt, in denen die schmalen Anodenzellen aus porösem Zement stehen. Als Anoden dienen Kohlenplatten (in neuerer Zeit werden auch aus Eisenoxyduloxyd gegossene Platten verwandt), die alle nebeneinander mit dem positiven Pol der Stromquelle verbunden sind. Als Kathode dient der Eisenkasten mit seinen Querswänden. Um das aus den Anodenzellen entweichende wertvolle Chlorgas zu gewinnen, sind diese mit gasdichten Deckeln verschlossen. Durch den aus Zement oder Ton bestehenden Deckel *A* (Fig. 20) geht erstlich das Chlorableitungsröhr *L*, zweitens die Zuführung *Z* für frisches Salz, drittens ein Fortsatz der Anodenplatte, der zur Stromzuführung dient (*C*). Oft wird auch der Kathodenraum abgedeckt, um den

Wasserstoff zu gewinnen. Um den Widerstand des Bades möglichst klein zu machen, vermehrt man die Leitfähigkeit des Elektrolyten, indem man das Bad durch einen Dampfmantel auf  $85-90^{\circ}$  erhitzt; dadurch erniedrigt man trotz der Diaphragmen die Badspannung unter 4 Volt. Eine Reihe von Bädern werden, wie üblich, hintereinander geschaltet.

Hat die Lauge im Kathodenraum den gewünschten Alkaligehalt (etwa 0,7 normal) erreicht, so läßt man sie durch einen am Boden angebrachten Hahn abfließen und ersetzt sie durch frische Lauge.

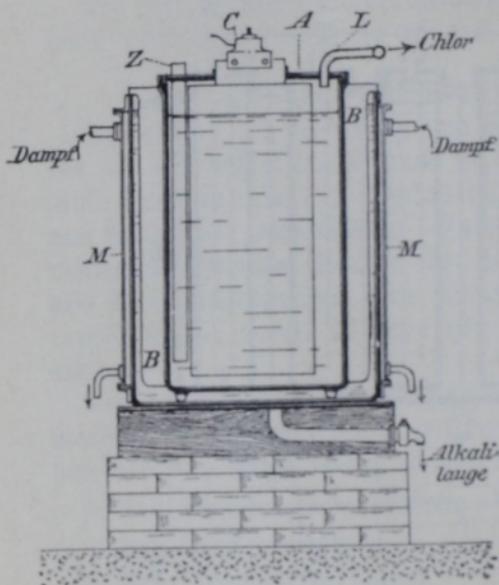


Fig. 20.

In den Anodenzellen wird die Salzlösung mit dem Fortgang der Elektrolyse immer verdünnter, da Chlor entweicht und Kaliumionen durch das Diaphragma nach dem Kathodenraum auswandern; man trägt deshalb von Zeit zu Zeit festes Salz durch das Rohr Z (siehe Fig. 20) in den Anodenraum ein.

Das aus den Anodenräumen gesammelte Chlor ist mit etwas Kohlensäure verunreinigt; es wird oft gleich zur Chlorierung organischer Stoffe verwandt oder

zur Aufbewahrung und Versendung verflüssigt oder auf Chlorkalk verarbeitet, indem man es über Kalk leitet.

Der aus den Kathodenräumen entweichende Wasserstoff wird oft unbenutzt gelassen. Manchmal wird sein Heizwert ausgenutzt, indem man ihn dem Leuchtgas zumischt oder ihn allein verbrennt. Von einigen Fabriken wird er in Stahlflaschen gepreßt, um namentlich zur Füllung von Luftballons zu dienen.

Die aus den Kathodenräumen abgezogene Lauge wird durch Eindampfen konzentriert, wobei fast alles Chlorkalium auskristallisiert. Die gewonnene starke Lauge wird in der Seifensiederei verwandt. Einen anderen Teil der Lauge verarbeitet man durch weiteres Eindampfen auf geschmolzenes Alkali.

Abweichend von dem Griesheimer Verfahren wird in amerikanischen und französischen Fabriken, die mit Diaphragmen arbeiten, während der Elektrolyse Salzlösung fortdauernd in den Anodenraum eingeführt; durch die Diaphragmen tritt sie an die Kathoden, wird hier alkalisch und fließt unten ab.

Bei dem in Amerika gebräuchlichen Verfahren von Hargreaves-Bird liegt die aus Kupferdrahtnetz bestehende Kathode dicht am Diaphragma an. Nur der Anodenraum wird mit Salzlösung beschickt, die durch das Asbestdiaphragma zur Kathode sickert; die an der Kathode entstehende starke Natrionlauge wird durch Wasserdampf und Kohlensäure, die in den Kathodenraum geblasen werden, in eine starke Sodalösung verwandelt. Das gleichzeitig erhaltene Chlor dient zum Bleichen, z. B. von Zellulose. Eine Riesenanlage der Art, die mit mehr als 1000 PS arbeitet, befindet sich in der Duncan-Papiermühle zu Mechanicville N. Y.

### Das Glockenverfahren.

Durch den Unterschied ihres spezifischen Gewichtes kann man die schwerere Kathodenlauge von der leichteren Anodenflüssigkeit trennen, wenn man die Anode höher als die Kathode stellt und Vorkehrung trifft, daß nicht der aufsteigende Wasserstoff die beiden Flüssigkeiten vermischt. Diese Forderung wird durch die in Figur 21 schematisch im Aufsicht dargestellte Anordnung erfüllt, indem man der Anodenzelle die Form einer Glocke *G* gibt und die Kathode *K* außerhalb der Glocke anbringt, und zwar in solcher Höhe, daß der untere Rand der Kathode höher steht als der Glockenrand *DE*. Die Glocke *G* und die Wanne *W* sind aus nichtleitendem Material. Die Anode *A*, eine vieldurchlöchernte Kohlenplatte, liegt wagerecht.

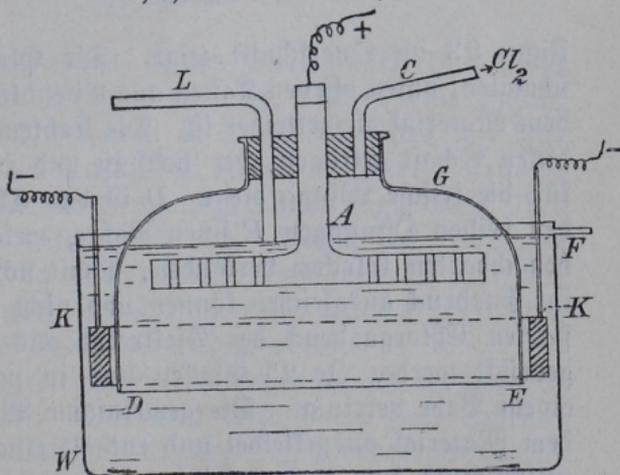


Fig. 21.

Während der Elektrolyse entwickelt sich an der Anode Chlor,

daß durch die Öffnungen in ihr aufwärts steigt und durch das Rohr *C* aus der Glocke geleitet wird.

Die an der Kathode entstandene Kalilauge sinkt zu Boden. In-  
dessen würde durch Diffusion das Alkali allmählich doch hinauf zur  
Anode gelangen, wenn nicht fortdauernd so viel frische Lösung  
durch das Rohr *L* in die Glocke einträte, daß die dadurch er-  
zeugte, von der Anode zur Kathode gerichtete Flüssigkeitsströmung  
der Diffusion zur Anode gerade das Gleichgewicht hält, so daß  
die obere Grenze der Lauge bei *DE* stehen bleibt.

Der Österreichische Verein für chemische und metallurgische  
Produktion benutzt in seiner Fabrik zu Aussig das Glockenverfahren  
in etwa folgender Ausbildung, die Fig. 22 im Längsschnitt und

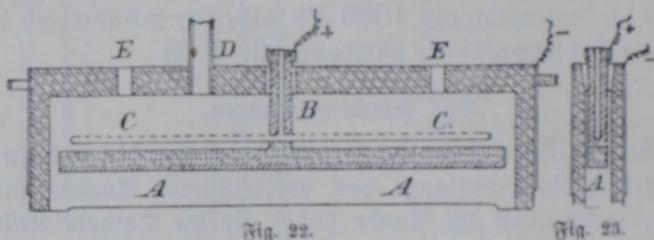


Fig. 22.

Fig. 23.

Figur 23 im Querschnitt zeigt. Die Glocke besteht aus einem  
schmalen, unten offenen Kasten aus Eisenblech, der mit nichtleiten-  
dem Material ausgekleidet ist. Die Kohleanode wird von einem  
dicken Schaft getragen, der hohl ist und zugleich als Zuflußrohr  
für die frische Lösung dient. *D* ist das Chlorableitungsrohr; in  
den beiden Öffnungen *E* sitzen Rohre, welche die Glocke mit den  
benachbarten Glocken verbinden, damit sich etwaige Unterschiede  
im Gasdruck ausgleichen können und nicht etwa einmal durch zu  
starken Chlorgasdruck der Elektrolyt aus einer Glocke heraus-  
gedrückt werde. Je 25 Glocken sind in paralleler Schaltung zu  
einem Bade vereinigt. Die gemeinsame Wanne ist mit isolieren-  
dem Material ausgekleidet und enthält einen Überlauf, aus dem  
entsprechend dem Zufluß frischer Lösung die Kalilauge austritt.  
Die Lauge enthält nach einer Angabe etwa 10% freies Alkali;  
die Stromausbeute soll über 80% betragen. Sowohl in bezug  
auf die Stärke der erhaltenen Lauge wie auf Stromausbeute wäre  
das Glockenverfahren dem Diaphragmenverfahren überlegen. In  
Aussig sollen etwa 25000 Glocken in Betrieb sein; auch in  
Neu-Staffurt wird nach diesem Verfahren gearbeitet.

## Das Quecksilberverfahren.

Eine dritte wichtige Lösung der Aufgabe, das an der Kathode entstandene freie Alkali vor der Umsetzung mit dem anodischen Chlor zu bewahren, besteht darin, daß man als Kathode Quecksilber benutzt. Dann entsteht an der Kathode Kaliumamalgam, das rasch aus der Zelle entfernt und in einem besondern Raume mit Wasser behandelt wird, wobei Kalilauge entsteht, Wasserstoff entweicht und reines Quecksilber zurückbleibt, das wieder in die Elektrolysezelle zurückwandert. Fig. 24 zeigt die Zelle, welche von Solvay & Co.

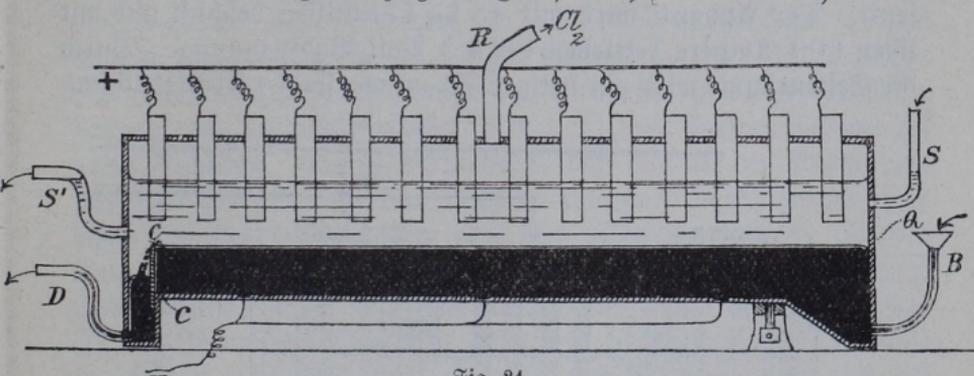


Fig. 24.

benutzt wird. Am Boden des flachen Elektrolysiertroges fließt Quecksilber von *B* nach *D*; von oben her hängen eine Anzahl parallel geschalteter Kohleanoden in das Bad. Das mit dem negativen Pol verbundene Quecksilber nimmt an seiner Oberfläche Kalium auf; die oberste amalgamhaltige Schicht fließt bei *C* über ein Überlaufwehr und tritt bei *D* aus. Damit das Amalgam noch genügend dünnflüssig ist und ferner nicht schon in der Zelle Wasserstoff entwickelt, muß sein Kaliumgehalt unter 1% gehalten und eine Erhitzung des Bades vermieden werden.

Mit wesentlich geringeren Quecksilbermengen arbeitet der Apparat von Castner (Fig. 25). Das Bad wird durch zwei Scheidewände, die in das den Boden in dünner Schicht bedeckende Quecksilber eintauchen, in drei Räume geteilt; die im rechten und linken Räume hängenden Graphitelektroden sind mit dem positiven Pol, das im mittleren Räume hängende eiserne Gitterwerk mit dem negativen Pol verbunden. Das Quecksilber dient hier als Mittelleiter; es ist in den mit Salzlösung gefüllten Seitenräumen Kathode, im mittleren Raum, der mit schwach alkalischem Wasser beschickt ist, Anode. Durch einen Erzenter (Fig. 25 links unten)

wird die ganze Wanne in eine schaukelnde Bewegung versetzt, so daß das Quecksilber abwechselnd von links nach rechts und von rechts nach links fließt, wobei das in den Seitenräumen vom Quecksilber aufgenommene Alkalimetall im Mittelraume, wo das Amalgam Anode ist, wieder in Lösung geht.

Der einzelne Apparat hat eine Grundfläche von  $122 \times 122$  cm bei nur 15 cm Höhe; die Mittelwände nähern sich dem Boden bis auf 1,5 mm; durch die Bewegung des Erzenters wird die linke Seite des Gefäßes abwechselnd um 1 cm gehoben und gesenkt. Der Apparat wird mit 45 kg Quecksilber beschickt und mit über 600 Ampère betrieben bei 4,3 Volt Badspannung. Durch die Seitenräume wird ein stetiger Strom von starker Kochsalzlösung

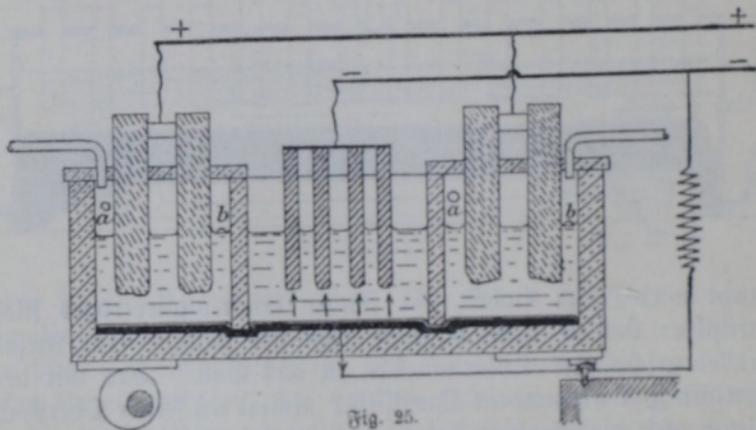


Fig. 25.

getrieben, die bei *b* austritt und bei *a* wieder einströmt. Im Mittelraume läßt man die Natronlauge sich bis auf etwa 20% anreichern, worauf man sie in die Abdampfschale leitet und in der Zelle durch Wasser ersetzt. Die Stromausbeute beträgt etwa 90%.

Nach diesem Castner'schen Verfahren arbeitet eine große Anlage an den Niagarafällen, die über mehr als 6000 PS verfügt. Außer 36prozentigem Chlorkalk wird Äznatron von mindestens 97% NaOH erzeugt. In Deutschland wird nach diesem Verfahren von den Elektrochemischen Werken in Bitterfeld und in Rheinfelden gearbeitet.

Insgesamt sollen von der elektrochemischen Industrie in Deutschland etwa 12000 PS zur Zersetzung der Alkalichloride verbraucht und jährlich gegen 30000 t Äskali, 10000 t Äznatron und 60000 t Chlorkalk erzeugt werden.