universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Handbuch der Soda-Industrie und ihrer Nebenzweige

Sulfat, Salzsäure, Leblancverfahren

Lunge, Georg

Braunschweig, 1894

Elftes Kapitel. Schmelzen der Rohsoda nach dem Leblanc-Verfahren

urn:nbn:at:at-ubi:2-5392

Alle Berechnungen des angenommenen (aber immer richtig zu interpretirenden!) „Nutzeffectes“ im Sodaofen vermögen an der Thatsache nichts zu ändern, daß der große Umweg, der in dem Leblanc-Processe liegt, schon theoretisch einen sehr großen Wärme-Aufwand gegenüber der directen Umsetzung des Kochsalzes in Soda und Chlor beansprucht, um so mehr, als bei solchen Umwegen die für ein bestimmtes Stadium der Reaction aufgewendete Wärmemenge factisch vollkommen verloren geht, auch wenn in einem späteren Stadium rechnungsmäßig diese Wärme wieder zum Vorschein kommen sollte. Davon kann man eben in der Praxis kaum je Nutzen ziehen. Selbst wenn also jedes einzelne Stadium des Leblanc-Verfahrens in rationellster Weise mit geringeren Verlusten als alle anderen Wärme-Processe durchgeführt werden könnte, so würde der ganze Complex noch immer mit großer Wärme-Verschwendung verbunden sein, und daher zu einer günstigeren Lösung der vorliegenden Aufgabe herausfordern.

Elftes Capitel.

Schmelzen der Rohsoda nach dem Leblanc-Verfahren.

Rohmaterialien.

Die Rohmaterialien des Leblanc'schen Sodaverfahrens sind calcinirtes Glaubersalz (kürzer Sulfat genannt), kohlensaurer Kalk und Kohle. Die Beschaffenheit aller drei Materialien ist von bedeutender Wichtigkeit für das quantitative und qualitative Resultat des Verfahrens.

1. Sulfat.

Das Sulfat wird direct so angewendet, wie es von den Calciniröfen kommt. Seine gewöhnliche Zusammensetzung und die Eigenschaften, die man an ihm zu sehen wünscht, sowie seine Prüfung sind schon in dem betreffenden Capitel abgehandelt worden (S. 79) und es soll hier nur noch auf Folgendes verwiesen

---

drittens, weil die wenigen meiner Leser, die dies zu thun geneigt sein möchten, ja auf die von mir citirte Originalarbeit Hurter's zurückgehen können. Ich möchte aber doch darauf hinweisen, daß in den letzten Rechnungen, bei denen Hurter auf einen so erstaunlich hohen Nutzeffect im Sodaofen kommt, er unter „theoretischem“ Effect nur denjenigen versteht, der zwischen der Flammen- und Reactionstemperatur liegt, wobei also die Feuergase noch mit einer Hitze von 1000° abziehen. Wenn man dem Leblanc'schen Verfahren gegenüber anderen einen großen Wärmeverlust vorwirft, so geschieht das ja eben mit deshalb, weil die Feuergase so heiß abziehen und dann nur ganz unvollkommen ausgenutzt werden können. Man darf sich also über die Bedeutung von „theoretischem Nutzeffect“ hier nicht täuschen; dieses Wort will hier etwas ganz anderes sagen, als bei meinen eigenen, aus den thermochemischen Daten abgeleiteten Betrachtungen.

werden. Schon dem Aussehen nach kann man recht gut beurtheilen, ob ein Sulfat sich gut für die Sodafabrikation eigene. Es muß porös und feinpulverig oder „schwammig“ sein; die vorhandenen Knollen müssen sich ganz leicht mit der Schaufel zerschlagen lassen und dann in feines Pulver zerfallen. Harte Knollen enthalten fast immer einen Kern von rohem Kochsalz, den man übrigens auch an der Farbe und Textur erkennt; beim Zerschlagen sticht seine grobkrystallinische Textur und graue Farbe sehr gegen das feinkörnige gelblich oder rein weiße Sulfat ab. Da kochsalzhaltiges Sulfat leichter schmilzt als reines, so sind auch ganz geschmolzene, im Innern weiße Stücke verdächtig, und solche verarbeiten sich überhaupt, vermuthlich wegen mangelnder Porosität, im Sodaofen sehr schlecht. An und für sich ist es selbstverständlich um so besser, je reiner das angewendete Sulfat ist, da man mit unreinem genau dieselben Kosten für Arbeit, Brennmaterial und Verschleiß der Apparate hat und doch weniger und schlechtere Soda bekommt. Das in den Sodafabriken angewendete Sulfat enthält gewöhnlich 96 bis höchstens 97 Proc. reines Na_2SO_4. Aber die chemische Zusammensetzung thut es nicht ganz allein; auch die physikalische Beschaffenheit des Sulfats ist von Wichtigkeit für den Sodaproceß. Hartes, klumpiges oder gar geschmolzenes Sulfat giebt keine gute Soda, selbst wenn es 97 Proc. stark ist; man müßte es denn fein mahlen, was bei der Härte des Materials eine viel zu kostspielige Operation ist. Selbst hinreichend reines Sulfat wird ferner verschlechtert, wenn es so stark geröstet ist, daß das stets in ihm enthaltene Eisensulfat in rothes Eisenoxyd übergegangen ist; solches „fuchsiges“ Sulfat macht nie gute Soda, vermuthlich weil es ebenfalls zu hart gebrannt ist und sich daher im Sodaofen zu schwer aufschließt. Ein gutes Sulfat soll also immer etwas sauer reagiren, aber nicht über $1\frac{1}{2}$ bis höchstens 2 Proc. Säure (als SO_3 berechnet) halten; dann wird es auch in der Regel nicht mehr als $\frac{1}{2}$ bis höchstens 1 Proc. Chlornatrium enthalten. Die „freie Säure“ des Sulfats (worunter man, wie auf S. 79 bemerkt, alles versteht, was auf Lackmuspapier reagirt, also Bisulfat, Pyrosulfat, Ferrisulfat ꝛc.) wird aller Wahrscheinlichkeit nach in dem Sodaofen durch dessen große Hitze ausgetrieben oder zum kleinen Theil daselbst an Kalk gebunden; so viel steht erfahrungsmäßig fest, daß man auch mit Sulfat, das 2 Proc. freie SO_3 enthält, sehr gute, von Sulfat und Sulfid fast freie, rohe Soda machen kann (siehe auch Davis, Chem. News **32**, 174). Sehr saures Sulfat wird natürlich auch schlecht sein, theils durch Bildung von Gyps, der theilweise unreducirt bleiben kann und später beim Auslaugen Natriumsulfat zurückbildet, theils bei Verdampfungspfannen mit Oberfeuer durch Bildung von Sulfat oder Chlorid in den Pfannen vermittelst der aus dem Sulfat entweichenden Säuredämpfe.

Sulfat, bei dessen Herstellung viel Bisulfat von der Salpetersäurefabrikation oder gar Rückstand von der Salzsäurefabrikation in Cylindern angewendet worden ist, giebt nicht leicht gute Soda; vermuthlich weil eben solches Sulfat selten so gleichmäßig als das aus Salz gemachte ist. Doch kenne ich einige Fabriken, die viel Bisulfat verwenden und dabei doch ausgezeichnete Soda machen; in diesen wird aber das Bisulfat vorher fein gemahlen.

Es ist eine feststehende Erfahrung, daß ganz frisches Sulfat, sowie es aus dem Calcinirofen kommt, nicht so gute Soda giebt wie solches, das einige Zeit

lang gelegen hat. Schon äußerlich bemerkt man einen Unterſchied; während das friſche Sulfat doch immer mehr oder weniger Knollen und ſonſtige Unregelmäßigkeiten zeigt, ſieht dasjenige, welches in einem großen Haufen einige Zeit gelegen hat, ganz feinkörnig und gleichmäßig aus. Aller Wahrſcheinlichkeit nach geht, wenn das Sulfat in größeren Haufen zuſammenliegt, wobei es ſeine Hitze ſehr lange beibehält, noch eine nachträgliche Aufſchließung des unzerſetzten Kochſalzes mit der überſchüſſigen Schwefelſäure vor ſich, welche die Qualität des Sulfats verbeſſert; die Anziehung von etwas Feuchtigkeit aus der Luft, welche das Natriumpyroſulfat, $Na_2S_2O_7$, in Natriumbiſulfat, $NaHSO_4$, umwandelt, wird dabei ſehr günſtig wirken.

Die in mehreren Büchern zu findende Angabe, daß man öfters abſichtlich Kochſalz im Sulfat laſſe, wenn man doch ſchwächere Soda erhalten wolle, kann ſich nur auf die Kindheit und die roheſten Verhältniſſe der Sodafabrikation beziehen. Schon längſt macht man die Soda immer ſo ſtark, wie man kann, und verſetzt ſie *nachträglich* mit etwaigen Verdünnungsmitteln, wenn etwas der Art verlangt wird.

2. Calciumcarbonat.

Der *kohlenſaure Kalk* wird ſowohl als Kalkſtein wie als Kreide angewendet und iſt natürlich um ſo beſſer, je reiner er iſt. Sand, Thon, Eiſen ꝛc., welche in unreinen Sorten enthalten ſind, wirken nachtheilig durch Bildung von natronhaltigen Doppelſilicaten, die in dem unlöslichen Rückſtande verbleiben und Verluſt an Soda herbeiführen. Beſonders ſchädlich ſind auch größere Quantitäten von Magneſia, weshalb dolomitiſche Kalkſteine unbrauchbar ſind. Ganz unſchädlich ſind organiſche Subſtanzen bituminöſer Art, durch welche viele Kalkſteine blau bis ſelbſt ſchwarz gefärbt werden, da dieſe beim Schmelzen wie Kohle wirken.

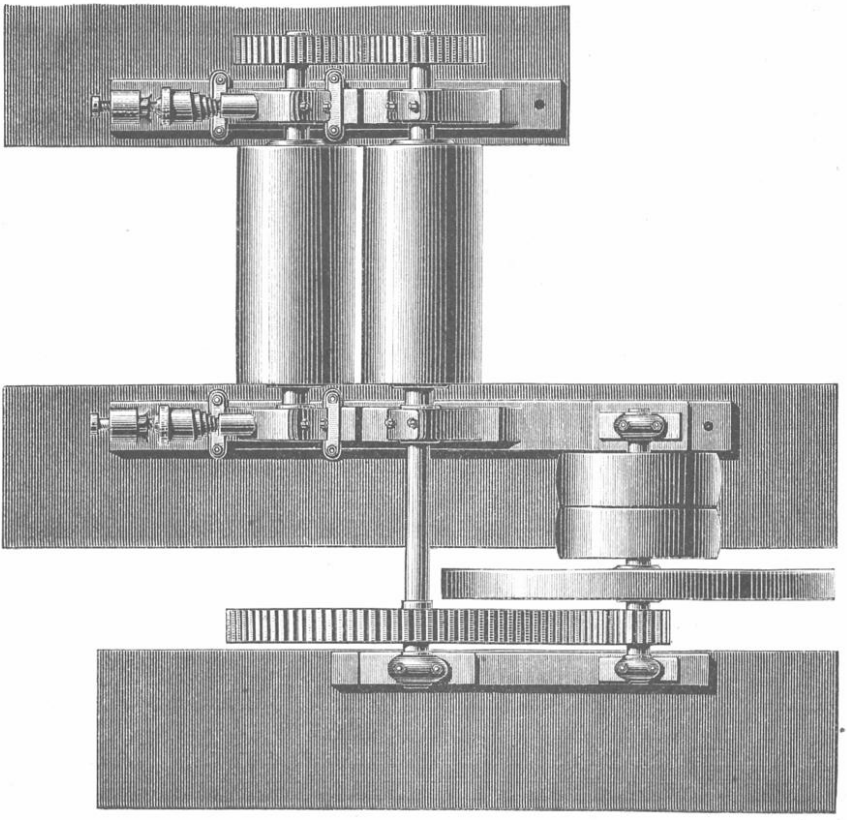
Die *Kreide* wird in manchen Fabriken in Stücken von etwa Fauſtgröße angewendet, wie ſie durch Zerſchlagen von Hand geliefert werden; alle beſſeren Fabriken jedoch zerkleinern die Kreide gröblich entweder durch einen Kollergang oder ein Walzwerk; denn es ſteht feſt, daß man mit ungemahlener Kreide eine um 2 bis 3 Proc. Na_2CO_3, ſchwächere Soda als mit gemahlener bekommt. Nur bei den rotirenden Sodaöfen wendet man die Kreide in ganzen Blöcken an (ſ. u.). Ein feines Mahlen iſt jedoch nicht nöthig, nur ein Zermalmen, wobei es nicht darauf ankommt, wenn Stücke von Nußgröße mit dabei bleiben. Wenn die Kreide ſehr feucht iſt, ſo muß man wenigſtens einen Theil derſelben (ein Viertel bis ein Drittel, manchmal ſelbſt die Hälfte) trocknen und der übrigen beim Mahlen zuſetzen, weil ſonſt das Ganze zu einem zähen Brei zerquetſcht wird, welcher ſchlimmer wirkt als ganz ungemahlene Kreide. Das Trocknen geſchieht am beſten durch irgend ein abgehendes Feuer; ſonſt wendet man dazu ein billiges Brennmaterial, z. B. die aus den Aſchenfällen der Schmelzöfen kommenden, von Schlacken befreiten, Steinkohlenreſte an. Die hierzu dienenden Oefen können beliebige Geſtalt haben; recht gut eignet ſich eine Form, wobei der Feuerraum unter dem Raume für die Kreide liegt, getrennt von ihm durch ein durchbrochenes Gewölbe; der obere Rand iſt etwa 3 m breit und 2 m lang und in einer Höhe von 2 m

mit einem Gewölbe überſpannt; der Rauch geht entweder direct ins Freie oder von der Gewölbehöhe durch einen Canal in den Schornſtein.

Ein Walzwerk, wie es zum Zerquetſchen der Kreide dient, iſt in Fig. 174 abgebildet.

Fig. 175 zeigt einen von unten betriebenen Kollergang für den gleichen Zweck.

Fig. 174.



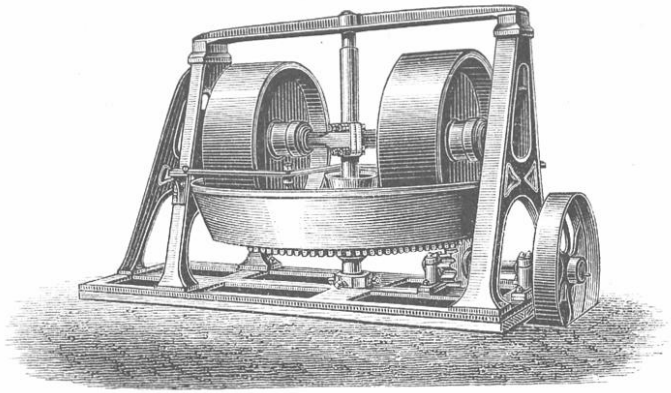
Bei Anwendung von feuchter Kreide muß man natürlich auf deren wechſelnden Waſſergehalt Rückſicht nehmen, wenn man die Sodamiſchung macht. Durchſchnittlich kann man annehmen, daß die am Tyne gebrauchte Kreide 20 Proc. Waſſer enthält, und die ſpäter angegebenen Miſchungen beziehen ſich auf Kreide in dieſem Zuſtande.

Die engliſchen Fabriken bei Newcaſtle am Tyne arbeiteten früher ſämmtlich und noch jetzt größtentheils mit dieſer ſogenannten „Londoner“ Kreide, d. h. einer ſehr weichen, weißen, oft ſehr reinen Kreide, die man an mehreren Orten an der Themſe unterhalb London, z. B. zu Greenhithe und Northfleet, bricht und die

von den vom Tyne herkommenden Kohlenschiffen als Ballast mit nach dem Tyne zurückgenommen wird; sie wird aus diesem Grunde meist nur zum Ankaufspreis, manchmal darunter, nur bei großer Seltenheit nach anhaltend stürmischem Wetter bedeutend darüber, an die Fabriken geliefert, deren Werften fast sämmtlich so gelegen sind, daß die Kohlenschiffe unmittelbar unter einem Dampfkrahn ausladen können. Neuerdings ist die Londoner Kreide bedeutend theurer geworden, theils wegen der Vergrößerung und Vermehrung der consumirenden Fabriken, theils wegen der zunehmenden Verdrängung der Segelschiffe durch Dampfer, welche nur Wasserballast brauchen, und mehrere der Fabriken sind deshalb nothgedrungener Weise zum Kalkstein übergegangen, wobei sie theurer und schlechter fahren [1]).

Die Kreide in Stücken (Block-chalk) ist bei weitem reiner als die nuß- bis apfelgroßen Stücke (cobbles) oder der Grus (small chalk) und wird für Sodafabriken allgemein vorgezogen.

Fig. 175.



Da wo man keine Kreide haben kann, wendet man Kalkstein an; dieser muß aber, seiner größeren Härte wegen, gut zerkleinert werden, etwa bis Erbsen- oder Bohnengröße. Man kann dies mit beliebigen Maschinen, Stampfwerken, Quetschwalzen, Kollermühlen, thun; den Fabrikanten in Lancashire wird der

[1]) Die Angabe in Stohmann-Kerl's techn. Chemie (3. Aufl., 5, 331), daß die Fabriken am Tyne eine ganz weiße Kreide verwenden, welche die Kohlenschiffe von Nordfrankreich mitbringen und unentgeltlich auf den Fabrikhof liefern, ist irrthümlich. Das nordfranzösische Material (French cliff) ist eine ganz harte, kalksteinähnliche Kreide, welche zur Sodafabrikation nur nach ganz feinem Mahlen tauglich ist, aber dazu wenigstens schon seit vielen Jahre am Tyne nie angewendet wird, weil sie viel zu theuer ist und durch das feine Mahlen noch theurer werden würde. Sie dient nur zur Chlorkalkbereitung. Davon, daß diese oder auch nur die viel billigere Londoner Kreide je den Fabrikanten unentgeltlich geliefert würde, geschweige denn bis auf den Fabrikhof, hat der Verfasser nie etwas gehört! Der Mittelpreis der Londoner Kreide am Krahn ist etwa 2,50 Mk., der der Kreide von Rouen 6 Mk. pro Tonne, wobei der Fabrikant das Ausladen und, wenn das Schiff nicht direct herankommen kann, auch den Lichter bezahlen muß.

Kalkstein schon fertig zerkleinert in Eisenbahnwagen zu etwa 6 Mk. die Tonne auf den Fabrikhof geliefert. Der beste Kalkstein, der auch für Chlorkalk sich am besten eignet, kommt von Buxton in Derbyshire; andere Sorten von Cheshire, Wales und Irland. Man sollte annehmen, daß der harte Kalkstein sehr fein gemahlen werden müsse, um der weichen gemahlenen Kreide an Wirksamkeit im Sodaofen gleichzukommen; dies ist aber nicht der Fall, und der nur gröblich gepulverte Kalkstein, welcher in Lancashire gebraucht wird, verarbeitet sich in der That viel leichter als die weiche Kreide von London im Sodaofen; die Rohsoda schmilzt im ersteren Falle viel früher als im letzteren.

Nach Schwarzenberg eignen sich besonders Süßwasserkalke zur Sodaschmelzung und sollen ferner manche Fabriken den Kalk brennen und zu Pulver löschen, was wohl jetzt überall abgekommen ist. Am Oberrhein wendet man Bergkalk mit 96 Proc. $CaCO_3$ an.

Analysen von Kalkstein und Kreide für die Sodafabrikation.

	I. Clapham	II.	III. Davis	IV.
	Londoner Kreide	Kalkstein von Buxton	Kalkstein von Minerva	Kalkstein von Ruthin
Calciumcarbonat	78,000	99,372	98,298	98,370
Magnesiumcarbonat . . .	Spur	0,116	0,756	0,756
Eisenoxyd (resp. Ferrocarbonat)	0,200	0,187	0,348	0,252
Manganoxyd	0,150	0,013	0,022	0,026
Calciumphosphat	0,119	Spur	Spur	Spur
Calciumsulfat	0,224	—	—	—
Calciumsilicat	0,325	—	—	—
Natriumchlorid	0,163	—	—	—
Thonerde	0,220	0,123	0,145	0,135
Kieselsäure	0,600	0,106	0,442	0,398
Wasser	20,600	—	—	—
Organische Substanzen . .	—	Spur	Spur	Spur
	100,621	99,917	100,011	99,937

I. Aus Richardson und Watt's Chemical Technology 3, 235; II. bis IV. aus Chem. News 32, 175; beziehen sich nur auf ausgelesene Stücke; das wirklich in den Fabriken angewendete Material ist viel weniger rein.

Eine sehr wichtige Rolle zum Ersatze von Kalkstein spielt in den Fabriken von kaustischer Soda der wesentlich aus Calciumcarbonat bestehende Schlamm vom Kaustischmachen der Sodalaugen. Wir können auf dieses Material erst im 15. Capitel eingehen und wollen hier nur bemerken, daß die Mehrzahl der Fabriken es wohl nur zum theilweisen Ersatze des natürlichen Kalksteins

brauchen, manche jedoch, wie ich beobachten konnte, ihre Sodaſchmelzen ganz ausſchließlich mit ſolchem Kalkſchlamm ausführen.

Ein weiteres in Betracht kommendes Material iſt der Rückſtand von der Entſchwefelung des Auslaugerückſtandes der Leblanc-Sodaſchmelze. Selbſt der nach den älteren Verfahren von Schaffner und Mond nur theilweiſe entſchwefelte Sodarückſtand, der eine Menge von Calciumſulfat enthält, iſt noch verwendbar, doch nur in mäßigem Umfange. In Außig z. B. wurden nach meinen früheren Beobachtungen 15 Proc. des Kalkſteins durch dieſes Material erſetzt, deſſen Gyps dabei in Schwefelcalcium übergeht und dadurch unſchädlich wird. Weit mehr Hoffnung durfte man in dieſer Beziehung von dem durch das Claus-Chance'ſche Verfahren (vergl. das 16. Capitel) völlig entſchwefelten, alſo ganz in $CaCO_3$ umgewandelten Sodarückſtand erwarten, der nicht nur in chemiſcher Beziehung keine weſentlichen Bedenken darbietet, ſondern durch ſeine feinpulverige Beſchaffenheit ſogar großen Vortheil für die Reaction im Schmelzofen gewähren ſollte. Aber dieſem Vortheil ſcheint doch als Nachtheil eine zu poröſe Beſchaffenheit und dadurch ſchwierige Schmelzbarkeit der Maſſe im Ofen entgegen zu ſtehen, was die Anwendbarkeit dieſes Materials ſehr beeinträchtigt.

Gefälltes Calciumcarbonat von der Schwefelregeneration aus Sodarückſtand nach Schaffner und Helbig (16. Cap.) wurde von Chance u. A. im Großen zur Sodaſchmelze angewendet; die damit gewonnenen Erfahrungen ſind von ihm ſelbſt, von Brock und von Hurter ausführlich beſchrieben worden (Journ. Soc. Chem. Ind. 1883, p. 207 et 211), mit Analyſen des Schlammes und der beim Schmelzen damit gewonnenen Producte. Da das Schaffner-Helbig'ſche Verfahren auch bei Chance, wo es allein im Großen zur Anwendung gekommen war, längſt nicht mehr arbeitet, ſo hätte eine ausführlichere Beſprechung des erwähnten Materials keinen Zweck; doch ſei angeführt, daß ſein hoher Waſſergehalt (36 bis 50 Proc.) der Verwendung im Sodaofen ſehr hinderlich und ſein Werth ſchon deshalb ſehr gering war; der Chlorgehalt deſſelben war ebenfalls ſtörend, hätte jedoch jedenfalls entfernt werden können. Die Schmelzen nehmen erheblich mehr Zeit in Anſpruch als mit Kalkſtein, wohl theils wegen des Waſſergehaltes, theils wegen der ſchlechten Wärmeleitung und des trockenen Materials.

3. Kohle.

Die Qualität der Kohlen, welche zur Sodamiſchung gebraucht werden, iſt ebenfalls von ſehr großer Wichtigkeit; was aber die beſte Kohle für dieſen Zweck ſei, darüber trifft man ſehr widerſprechende Anſichten ſowohl in den Büchern, als in der Praxis. Nur darüber ſind Alle einig, daß eine gute Miſchungskohle ſo wenig Aſche als möglich enthalten ſolle; aber manche geben einer bituminöſen, andere einer mehr anthracitähnlichen Kohle den Vorzug. In Hofmann's Report by the Juries von 1862 wird auf derſelben Seite 21 bituminöſe Kohle verlangt und einige Zeilen ſpäter eine anthracitähnliche Kohle mit 80 Proc. Koks und 4 bis 9 Proc. Aſche einer ſolchen Kohle vorgezogen, welche nur 60 Proc. Koks und 10 bis 15 Proc. Aſche giebt; wenige Zeilen weiter

wird aber als allgemein für England („generally“) angegeben, daß die Miſchungskohle weniger als 5 Proc. Aſche enthalte. Nach der Anſicht vieler praktiſchen Fabrikanten iſt eine anthracitähnliche, alſo magere Kohle, weniger tauglich zur Sodamiſchung als eine fette; je mehr kokend eine Steinkohle iſt, um ſo beſſer eignet ſie ſich für dieſen Zweck; aber von den Koks-Kohlen ſind wieder diejenigen ſelbſtverſtändlich am beſten, welche den größten Procentgehalt an Koks, abgeſehen von der Aſche, ergeben, da die bituminöſen Beſtandtheile meiſt viel ſchneller ausgetrieben und verbrannt werden, als ſie eine Wirkung im Sodaofen ausüben können. Doch haben ſie immerhin den Nutzen, die ganze Miſchung zu durchdringen und die Reduction wenigſtens einzuleiten, ſowie auch die Kohle ſelbſt aufzublähen und porös zu machen, was um ſo günſtiger wirken kann, als die Maſſe im Sodaofen nie zum eigentlichen dünnen Fluſſe kommt und daher die große Oberfläche einer gut kokenden, ſich aufblähenden Kohle viel günſtigere Reſultate geben wird, als die kleinere einer nicht kokenden anthracitähnlichen Kohle von bedeutend größerem Kohlenſtoffgehalt. Andere, ebenſo gewiegte Praktiker, ziehen nun im geraden Gegenſatz zu den eben entwickelten Anſichten eine magere Miſchungskohle den fetten Kohlen darum vor, weil die Schmelze im Ofen dabei nicht ſo heiß wird und der Proceß folglich langſamer und ſtetiger vor ſich geht, ſo daß die Arbeiter Zeit haben, die Maſſe gut umzuarbeiten, ehe ſie zu zäh wird und aus dem Ofen entfernt werden muß. Dieſe Fabrikanten prüfen ihre Miſchungskohlen darauf, ob ſie ſich im Platintiegel recht langſam verkoken und einen recht hohen Procentgehalt an Koks, d. h. an fixem Rückſtande geben. Reiner Koks ſelbſt verhält ſich nicht gut (ſ. u.).

Freilich darf der hohe Procentgehalt einer Kohle an Koks nicht durch einen hohen Aſchengehalt verurſacht werden. Die Steinkohlenaſche, welche ja im Weſentlichen aus Silicaten des Aluminiums und Calciums und daneben aus Eiſenoxyd (vom Pyrit) beſteht, giebt zur Bildung von Natriumſilicat Veranlaſſung, das allerdings, ſoweit es löslich bleibt, ſo gut wie ganz denſelben Werth wie das Natriumcarbonat für die meiſten Zwecke hat, und auch bei den Analyſen immer der „Grädigkeit“ der Soda zugerechnet wird, da man es beim Titriren mit dem kohlenſauren und kauſtiſchen Natron zugleich beſtimmt. Daneben entſtehen aber immer unlösliche Doppelſilicate, welche einen nicht unbedeutenden Theil des Natrons unverwerthbar machen; man erhält daher mit aſchenreicher Kohle immer bedeutend weniger und ſchwächere Soda als mit aſchenarmer Kohle. Dieſer Gegenſtand wird noch öfter berührt werden müſſen.

Wo einer Sodafabrik keine gute, aſchenarme Steinkohle zur Verfügung ſteht, kann ſie ſich in vielen Fällen gewiß durch naſſe Aufbereitung („Waſchen“) helfen, um Schiefer, Pyrit und dergleichen zu entfernen, wie dies für die Koksbereitung ja in großem Maßſtabe an vielen Orten ausgeführt wird. Man wendet dazu gewöhnlich das Princip des Siebſetzens an, was jedenfalls viel billiger zu ſtehen kommen wird, als das von Hargreaves vorgeſchlagene Verfahren (Polyt. Journ. **190**, 76; Wagner's Jahresb. f. 1868, S. 201), wonach man die Kohle in eine Löſung von Natriumſulfat oder Schwefelnatrium bringen ſoll, welche ein ſo hohes ſpecifiſches Gewicht beſitzt, daß die Kohle in derſelben ſchwimmt, während die ſchweren Verunreinigungen derſelben ſich zu Boden ſetzen. Die

deutſchen Sodafabriken wenden meiſt gewaſchene, daher ſehr aſchenarme Kohlen an (ſ. o.).

Man wird im Allgemeinen ſagen können, daß eine Kohle ſich zur Miſchungskohle gut eignet, wenn ſie bei einem niedrigen Aſchengehalte (unter 10 Proc.) gut kokt und einen hohen Procentſatz an Koks (70 bis 80 Proc.), d. h. an fixem Rückſtande, ergiebt.

Es iſt aber nicht zu leugnen, daß die Analyſe und das äußere Verhalten nicht vollkommenen Aufſchluß über die Tauglichkeit einer Kohle zum Miſchen geben; daß z. B. manche Kohlen mehr und beſſere Soda geben als andere, deren analytiſche Daten bedeutend günſtiger ſind. Unter 7 Proc. hat übrigens der Verfaſſer den Aſchengehalt von engliſchen Miſchungskohlen nie gefunden, wenn man nicht etwa auserleſene Stücke, ſondern Durchſchnittsproben von vielen Centnern unterſuchte. Am Rhein dagegen kann man gewaſchenes Kohlenklein mit nur 5 Proc. Aſche bekommen, was die Sodafabriken daſelbſt regelmäßig erhalten. Man zahlt gern für eine gute Miſchungskohle bedeutend mehr als für eine ſchlechte, weil der Verluſt an Menge und Stärke der Soda bei letzterer noch viel ſchlimmer iſt. Einen Contract für Miſchungskohle ſollte man nie abſchließen, ohne, nebſt der Analyſe, einen längeren Verſuch in großem Maßſtabe damit gemacht zu haben. Man wird ſchon bei den erſten Sodaſchmelzen eine Idee davon bekommen, ob die Kohle gut oder ſchlecht iſt; aber man muß etwa 8 oder 14 Tage damit arbeiten, um über das Ausbringen an Soda Aufſchluß zu erhalten.

Die urſprüngliche Vorſchrift von Leblanc lautete auf Holzkohle. Dieſe wird ſchon ihres Preiſes wegen unter gewöhnlichen Umſtänden nicht gebraucht, ſcheint ſich aber ſonſt ihrer Poroſität wegen ſehr zu der Sodamiſchung zu eignen, denn auch bei den kokenden Steinkohlen iſt wohl dieſes einer der Hauptfactoren ihrer beſſeren Wirkſamkeit[1]). Natürlich kann man Soda mit jedem anderen Reductionsmittel erhalten, wie Koks, Braunkohle, Torf, Sägeſpäne, Holz; aber aus praktiſchen Gründen ſind die meiſten dieſer Materialien nicht mit Vortheil anwendbar, ſelbſt wenn ſie für gleichen Reductionswerth viel billiger zu ſtehen kommen, als aſchenarme Steinkohle. Es müſſen jedoch hier die Verſuche erwähnt werden, welche Kolb angeſtellt hat (Ann. chim. phys. [4] 7, 218; Wagner's Jahresber. f. 1866, S. 146) und welche den oben ausgeführten von der Praxis allgemein angenommenen Anſichten in wichtigen Stücken widerſprechen. Kolb kam zu dem Reſultate, daß die Kohle nicht bloß durch ihren Kohlenſtoff oder durch die beim Erhitzen zurückbleibenden Koks wirkt, ſondern auch durch die Kohlenwaſſerſtoffe, alſo durch ihre geſammte reducirende Fähigkeit, wie ſie ſich bei der Berthier'ſchen Probe mit Bleioxyd herausſtellt und wobei je 34,5 g reducirtes Blei 1 g Kohlenſtoff oder ſein reducirendes Aequivalent an Waſſerſtoff (0,33 g) oder an Kohlenwaſſerſtoffen darſtellt. (Bekanntlich iſt Berthier's Probe nicht nur aus theoretiſchen Rückſichten ungenau, ſondern bei waſſerſtoffreichen Brenn-

[1]) Es iſt mir wenigſtens eine Fabrik bekannt, die mangels einer guten Schmelzkohle und in Folge der localen Billigkeit von Holzkohle ihre Soda mit letzterer ſchmilzt und recht gute Ergebniſſe erzielt.

materialien auch schon darum, weil ein Theil der Kohlenwasserstoffe sich stets als solcher verflüchtigt und der oxydirenden Wirkung des Bleioxydes entgeht. D. Verf.) Kolb schmolz nämlich zwei Sodamischungen, welche nur durch ihren Gehalt an Kohle von einander abwichen. Bei der ersten derselben (J) ist vorausgesetzt, daß die Kohle nur durch ihren Kohlenstoff, bei der zweiten (M), daß sie durch alle ihre reducirenden Elemente, ausgedrückt in Kohlenstoff-Aequivalenten, wirke. Trotz der Verschiedenheit des Kohlenzusatzes geben beide Mischungen fast gleiche Resultate; nur ergab die Mischung J einen etwas größeren Gehalt an kaustischem Natron in der daraus gemachten Soda. Die Mischung wurde nach der Formel

$$3\,Na_2SO_4 + 4\,CaCO_3 + 18\,C$$

vorgenommen.

Mischung J:

Sulfat . . . 106 = 100 Na_2SO_4,
Kreide . . . 101 = 94 $CaCO_3$,
Kohle . . . 75,5 = 50,7 reinen Kohlenstoff.

Resultat:

Rohe Soda von 39° Decroizilles . . 169,4,
Sodasalz von 90° „ . . 73,4.

Mischung M:

Glaubersalz . . . . . 106 = 100 Na_2SO_4,
Kreide . . . . . 101 = 94 $CaCO_3$,
Fette Steinkohle . . . 60,5 = 50,7 reducirend Elemente, ausgedrückt in Aequivalenten von C.

Resultat:

Rohe Soda von 41° 161,9,
Sodasalz von 89° . . . . . 75,5.

(Diese Versuche von Kolb haben darum absolut keinen beweisenden Werth für die Praxis, weil er überhaupt dabei viel zu viel Kohle angewendet hat; schon bei der Mischung M ist mehr Kohle, als man bei guter Qualität derselben in der Praxis anwenden muß und darf, und es ist daher kein Wunder, daß die Mischung J, welche einen weiteren völlig unnöthigen Ueberschuß von Kohle enthielt, nicht mehr Sodasalz als die Mischung M liefern konnte.)

Kolb hat dann weitere Versuche angestellt, wobei er den Steinkohlen andere kohlenstoffhaltige Mineralien substituirte, und zwar arbeitete er hier nach einer anderen Formel, nämlich

$$3\,Na_2SO_4 + 4\,CaCO_3 + 13\,C$$

und wendete stets folgendes Mischungsverhältniß an:

100 Na_2SO_4 (als 106 Sulfat),
94 $CaCO_3$ (als 101 Kreide),
44 C (als dessen Aequivalent in verschiedenen Brennmaterialien).

Wenn er nun die 44 Kohlenstoff in dieser Mischung durch die folgenden Materialien repräsentirte, so erhielt er daraus die daneben stehenden Resultate.

57,2	Koks	gab	163	rohe	Soda	von	36^0	= 73,5	Sodasalz	von	83^0
70	Holzkohle	„	165	„	„	„	40^0	= 78	„	„	84^0
301	Sägespäne	„	159	„	„	„	38^0	= 80	„	„	76^0
56	Kohlentheerpech	„	158	„	„	„	40^0	= 78	„	„	81^0
166	Torf	„	164	„	„	„	39^0	= 75	„	„	85^0

Es ist nun zwar ganz richtig, daß diese Verschiedenheiten nicht größer sind, als man im Großen bei verschiedenen Schmelzen mit einer und derselben Mischungskohle erhält, aber der Schluß, den Kolb aus seinen Versuchen zieht, daß es nämlich ganz gleichgültig sei, welche Art von Kohle oder kohlenhaltiger Substanz man anwende (nur eisenhaltige Kohle verwirft er), ist doch unberechtigt, und es ist unglaublich, daß es dem Director einer Sodafabrik je einfallen würde, seine Sodamischung mit Sägespänen, Torf und dergleichen zu machen, statt mit guter Steinkohle. Bei den Kolb'schen Versuchen ist zweierlei außer Acht gelassen, nämlich zunächst der Umstand, daß, wie schon oben angeführt, die Berthier'sche Probe bei wasserstoffreichen Brennmaterialien durchaus nicht die volle reducirende Kraft angiebt. Daher kommt es denn, daß er z. B. als Aequivalent von 44 reinem Kohlenstoff die enorme Quantität von 301 Sägespänen anwendet, welche doch, wenn man die mittlere Zusammensetzung des Holzes mit 50 C, 6 H und 40 O annimmt und 5 H auf die 40 O abzieht, noch immer 301×50 Proc. $= 150{,}5$ und 301×1 Proc. $\times 3$ (für Wasserstoff) $= 9$, zusammen also 159,5, weniger 20 Proc. Feuchtigkeit, also 127,5 Kohlenstoff entsprechen sollten. Es kommt eben factisch darauf hinaus, daß doch nur derjenige Betrag der Sägespäne ꝛc. wirkt, den sie beim Verkoken gegeben haben würden, und Kolb's eigene Versuche stimmen daher vollständig zu den oben ausgeführten Ansichten, widersprechen aber seinen Schlüssen entschieden. Zweitens sagt Kolb nichts darüber, was ihm natürlich sehr gut bekannt sein mußte, daß eine Sodaschmelze, die ausschließlich mit Koks auf der einen Seite oder mit Sägespänen und Torf auf der anderen Seite dargestellt worden ist, sich eben aus praktischen Gründen im Ofen nicht gut durcharbeiten läßt und ganz abnorme Qualität zeigt; nur bei speciellen unter seiner persönlichen Aufsicht und mit ganz besonderer Sorgfalt angestellten Versuchen konnten jedenfalls die angegebenen Resultate erreicht werden, wobei auch noch nicht gesagt ist, mit welchen Kosten für Arbeit, Brennmaterial ꝛc. und in wie viel längerer Zeit als bei Steinkohlen. Dasselbe gilt schon bei Steinkohlen verschiedener Qualität, wenn sie auch gleiche reducirende Wirkung auf Bleioxyd haben (vergl. S. 419).

Braunkohle wird allerdings in manchen Fällen mit Vortheil zur Sodamischung verwendet, und es ist ja auch gar in chemischer Hinsicht kein Grund vorhanden, warum dies nicht geschehen sollte, so lange eben die Braunkohle die erste Bedingung jeder Mischungskohle erfüllt, nämlich arm an fixen Bestandtheilen ist. Erdige Braunkohle wird also hier nicht anwendbar sein, wohl aber die sogenannte Pechkohle und andere reine Varietäten. Wenn eine Braunkohle sich gut für Gasbereitung eignet, so wird sie auch gut zur Sodamischung sein, immer einen geringen

Aſchengehalt vorausgeſetzt. So wird z. B. in Außig die nordböhmiſche Braunkohle mit nur 6 bis 7 Proc. Aſchengehalt ſowohl zur Darſtellung des Leuchtgaſes für die Fabrik und die Stadt Außig, als zur Sodamiſchung verwendet; und ſelbſt die aus den Gasretorten kommenden Koks werden nach gehöriger Zerkleinerung ſtatt eines Theiles friſcher Miſchungskohle angewendet. (Als Hauptmaterial für Reduction bei der Schmelze empfiehlt ſich Koks nicht; ſ. u.)

Zu beachten iſt übrigens der Stickſtoffgehalt der Kohle, der von $^1/_2$ Proc. bis 1,75 Proc. variirt und zum Theil eine ſchädliche Wirkung ausübt. Bei Anwendung von ſtickſtoffreicher Miſchungskohle bemerkt man gewöhnlich einen ſtarken Geruch nach Ammoniak, wenn die Schmelze aus dem Ofen gezogen wird, und namentlich noch längere Zeit, wenn ſie an der feuchten Luft ſtehen bleibt und erkaltet. Ein großer Theil des Stickſtoffs wird unter dem Einfluß der Hitze und des Kalkes ſchon im Sodaofen ſelbſt in Ammoniak übergehen und dieſes in Verbindung mit der ſchwefligen Säure und Schwefelſäure der Feuergaſe als weiße Wolken aus dem Schornſtein entweichen. Ein anderer Theil des Stickſtoffs wird unter dem Einfluſſe der Alkalien und des Kohlenſtoffs in Cyannatrium übergehen, von dem ein Theil ſpäter durch die oxydirende Wirkung der Flamme in cyanſaures Salz übergeht. Dieſes letztere iſt es augenſcheinlich, welches die Ammoniakentwickelung der Sodabrode noch längere Zeit hindurch fortſetzt, indem durch Mitwirkung der Feuchtigkeit die folgende bekannte Reaction vor ſich geht:

$$CONNa + 2H_2O = CO(OH)(ONa) + NH_3.$$

Das cyanſaure Natrium ſchadet daher weniger; dagegen muß das Cyannatrium beim Auslaugen der Schmelze, ganz wie in der Blutlaugenſalzfabrikation, durch fein vertheiltes Schwefeleiſen, ja ſchon durch das Eiſen der Gefäße, in Ferrocyannatrium übergehen, welches nachher einen ſehr ſtörenden Eiſengehalt in die Soda bringt; beim Calciniren entſteht daraus Eiſenoxyd, das die Soda mißfarbig macht. Auch Rhodankalium kommt aus ähnlichen Urſachen in die Schmelze (vergl. Scheurer-Keſtner, Compt. rend., 20. Juni 1870).

Wenn man nach der Leblanc'ſchen Methode Potaſche aus Kaliumſulfat mit ſehr ſtickſtoffreicher Kohle macht, ſo lohnt ſogar die Gewinnung des auf obige Weiſe entſtehenden Ferrocyankaliums; in der Sodafabrikation iſt jedoch eine ſolche Verwerthung nur ganz ausnahmsweiſe erreicht worden, trotz mehrfacher Verſuche, da die Löslichkeitsverhältniſſe des Ferrocyannatriums und Natriumcarbonats eben nicht, wie bei den entſprechenden Kaliſalzen, eine Trennung durch Kryſtalliſation geſtatten[1]) (ſ. u.). Es iſt mithin unter ſonſt gleichen Umſtänden eine weniger ſtickſtoffhaltige Miſchungskohle einer ſtickſtoffreicheren ſtets vorzuziehen; noch beſſer ſind faſt oder ganz ſtickſtofffreie Materialien, wie Holzkohlen, Steinkohlentheerpech und dergl., deren Preis aber ihre Anwendung ſelten erlaubt. Man wird begreifen, daß ein „gut gefeuerter" Ball jedenfalls weniger Cyannatrium als ein zu wenig erhitzter enthalten wird, weil eben dabei ſchon viel Cyanat entſtanden

[1]) Weldon berichtet über einen Fall, wo in einer Sodafabrik Ferrocyannatrium durch Anwendung ſehr ſtickſtoffreicher Kohle in ſo reichlicher Weiſe gebildet wurde, daß ſeine Gewinnung lohnend erſchien; doch wurde auch hier augenſcheinlich, nach dem Berichte, die Qualität der ausgeſoggten Soda ungünſtig beeinflußt (Chem. News 38, 177).

iſt. Weldon (Chem. News 38, 137; auch Polyt. Journ. 231, 239) hat durch eine ganze Anzahl von Daten erwieſen, daß die Bildung von Cyanverbindungen und Schwefelcyanverbindungen gerade in ſolchen Fällen reichlicher zu bemerken iſt, wo die Temperatur niedriger iſt; alſo z. B. wenn man ſtatt Kalkſteins naſſen Kauſticirungsſchlamm anwendet; bei rotirenden Oefen überhaupt, deren Hitze meiſt geringer iſt, als diejenige der Handöfen, dann aber namentlich in ſpeciellen Fällen, wo ſie noch weniger heiß als gewöhnlich gingen (z. B. bei Gasfeuerung); ferner auch bei der engliſchen Arbeit im Gegenſatz zu der franzöſiſchen, welche die Beſchickungen länger im Ofen läßt und ſo fort. Wir kommen auf dieſen Gegenſtand ſpäter zurück.

Jahne (Polyt. Journ. 273, 571) verſuchte, in der allerdings nicht zutreffenden Vorausſetzung, daß Koks ſo gut wie ſtickſtofffrei ſei, Sodaſchmelzen mit Koksabfällen zu machen. In der That wurde dadurch der Cyangehalt der Schmelze verringert und dadurch indirect der Eiſengehalt der Laugen von 0,029 auf 0,016 Proc. Fe herabgemindert, bei gutem Koks ſogar auf 0,0036 Proc. Aber abgeſehen von dem höheren Preiſe des Koks, mußte das Verfahren ſchon darum aufgegeben werden, weil die Schmelze dabei weſentlich längere Zeit als mit Kohlen erfordert, augenſcheinlich wegen der großen Dichte und mangelnden Poroſität des Reductionsmaterials. Dies ſtimmt zu den früher gemachten Angaben über dieſen Gegenſtand.

Häufig wird ein ſehr großer Werth darauf gelegt, daß die Miſchungskohle ſo wenig Schwefeleiſen als möglich enthalten ſolle; die Praktiker ſtimmen aber darin überein, daß dieſer Beſtandtheil in mäßigen Grenzen, ſo wie er gewöhnlich vorkommt, ſehr wenig Schaden thut; bis 1,5 Proc. Schwefel kann noch in einer ſehr guten Miſchungskohle vorkommen.

Analyſen von guten Miſchungskohlen.

Nach Richardſon (Kohle aus Newcaſtle-on-Tyne).

Kohlenſtoff	74,34	Uebertrag . . .	90,88
Waſſerſtoff	4,96	Schwefel	1,39
Stickſtoff	1,42	Aſche	7,33
Sauerſtoff	10,16		100,00
	90,88		

Nach Davis (a. a. O.). Kohle von Lancaſhire.

Verbrennliche Subſtanz . .	88,590	dabei Kohlenſtoff	70,122
		Stickſtoff	0,286
„Flüchtiger“ Schwefel . . .	1,387		
Kieſelſäure	4,936		
Thonerde	2,575		
Eiſenoxyd	1,511	Total-Aſchengehalt	10,000
Kalk	0,700	Total-Schwefel	1,432
Magneſia	0,052		
Schwefelſäure (SO_3) . . .	0,243		
Phosphorſäure (P_2O_5) . .	0,006		
	100,000		

Pattinſon (Transact. Newcastle Chem. Soc. 4, 138) giebt Analyſen von beſſeren (1 bis 6) und ſchlechteren (7 bis 9) Miſchungskohlen der Fabriken bei Newcaſtle am Tyne:

Nr.	Koks (abzüglich der Aſche)	Bituminöſe Subſtanz	Flüchtiger Schwefel	Schwefel in Aſche	Total-Schwefel	Aſche	Waſſer
1	61,19	27,35	1,47	0,18	1,65	8,32	1,67
2	63,11	25,60	1,38	0,32	1,70	8,76	1,15
3	64,09	25,90	1,06	0,22	1,28	7,94	1,01
4	68,01	25,27	0,78	0,11	0,89	4,80	1,14
5	66,51	25,83	0,69	0,15	0,84	5,90	1,07
6	66,45	25,72	0,59	0,12	0,71	6,18	1,06
7	58,51	25,88	1,65	0,30	1,95	12,56	1,39
8	56,00	27,26	0,68	0,46	1,14	14,42	1,64
9	58,80	26,20	0,76	0,52	1,28	12,88	1,36

(In der auf Pattinſon's Vortrag folgenden Discuſſion wurde von dem Leiter einer der größten dortigen Sodafabriken bemerkt, daß Kohlen mit nur 4 oder 5 Proc. Aſche, wie die obigen Nr. 4 und 5, nur höchſt ausnahmsweiſe in der Praxis daſelbſt vorkämen.)

Aſchenanalyſen von Miſchungskohlen aus Lancaſhire (Davis a. a. O.).

	A	B
Kieſelſäure	49,36	48,74
Thonerde	26,86	22,79
Eiſenoxyd	14,00	18,76
Kalk	7,07	5,43
Magneſia	0,48	0,99
Schwefelſäure (SO_3)	1,12	2,74
Phosphorſäure (P_2O_5)	0,11	0,05
	99,00	99,50

Die Steinkohle wird in allen Fällen, wo es angeht, als Kleinkohle (Grus) angewendet, welche viel billiger als Stückkohle iſt, namentlich in der Nachbarſchaft von Kohlengruben, wo die für beide gleiche Fracht den Preisunterſchied noch nicht verhältnißmäßig geringer gemacht hat; dies iſt freilich bei größerer Entfernung der Fall. Wenn eine Fabrik ihre Miſchungskohle von großer Entfernung her beziehen muß, wo dann die Fracht manchmal den Preis der Kohle ſelbſt an der Grube erheblich überſteigt, ſo kann es ſich freilich lohnen, ſie als Stückkohle zu beziehen, weil dieſe faſt immer bedeutend weniger aſchenreich als Kleinkohle iſt. Man muß aber alsdann die Stückkohle wenigſtens gröblich zerkleinern; gegenüber der oft gehörten Anſicht, daß ein grobes Korn der Miſchungskohlen nicht ſchädlich, ſondern gerade zur Erzielung poröſerer Schmelzen nöthig

ſei, muß man aus der Praxis anführen, daß bei gleicher Beſchaffenheit in Bezug auf Aſchen- und Kohlenſtoffgehalt ꝛc. eine Kohle um ſo beſſer wirkt, je feiner zertheilt ſie iſt; man wird alſo von einer feiner gepulverten Kohle bedeutend weniger brauchen, als von derſelben Kohle in nuß- oder apfelgroßen Stücken. Dem Verfaſſer ſind ganz ausgezeichnete Reſultate mit der feinſten Staubkohle („duff" im Engliſchen) bekannt. Die Poroſität der rohen Soda ſoll gar nicht durch darin bleibende Kohlenſtückchen erlangt werden, ſondern auf anderem Wege, und zudem iſt ja doch die Miſchungskohle meiſt mehr oder weniger backend, ſo daß das feine Pulver ſich wieder vereinigen wird, aber in der Weiſe, daß es Sulfat und Kreidetheilchen einſchließt und chemiſch auf ſie einwirken kann.

Miſchung und Zerkleinerung. Wo man nicht gerade Stückkohle anwendet, alſo in der großen Mehrzahl der Fälle, wird freilich die Kohle wohl ſelten für ſich gemahlen, ſondern nur allenfalls durch einen Durchwurf von den gröberen Stücken befreit. Auch werden die Materialien zur Sodamiſchung meiſt nicht beſonders mit einander gemengt, ſondern je ein Schubkarren mit (gewogenem) Sulfat, gepochtem Kalkſtein, reſp. zermalmter oder auch bloß mit Hacken zerſchlagener Kreide, und Kleinkohle vor den Ofen geſtürzt, und beim Einſchaufeln nur durch dieſe Operation ſelbſt mit einander gemengt. Dabei ſtürzt man am beſten zuerſt den Karren mit dem Kalkſtein (Kreide), dann den mit Kohlen, und zuletzt den mit dem Sulfat; letzteres iſt bei Weitem das werthvollſte der drei Materialien, und es geht dadurch weniger davon verloren; auch kommt es dann beim Einſchaufeln mehr auf den Boden des Flammofens zu liegen, und die darüber liegende Kohle und Kreide verhindern ſein mechaniſches Wegführen durch den Zug. In größeren Fabriken wird die Beſchickung gewöhnlich, um Zeit und Abkühlung des Ofens zu erſparen, durch einen Fülltrichter von der Decke des Ofens aus auf einmal eingeſtürzt, was freilich eine darüber hinlaufende Eiſenbahn vorausſetzt; in dieſem Falle kommt dann das Sulfat in den Trichter zu unterſt. Man harkt dann nur mit einer Eiſenkrücke die Materialien grob durch einander, mehr eigentlich, um ſie auf der Ofenſohle gleichmäßiger auszubreiten, als um ſie zu miſchen; das letztere folgt erſt in einem ſpäteren Stadium der Arbeit.

Es iſt aber doch räthlich, ſich nicht mit der eben beſchriebenen, ganz oberflächlichen Miſchung zu begnügen; man wird bald finden, daß eine beſſere Ausbeute folgt, wenn man die Materialien beſſer zerkleinert und miſcht. Am einfachſten und billigſten geſchieht dieſes, wenn man ſie nach einander in einen Fülltrichter ſtürzt, unter dem ein Paar cannelirte Walzen angebracht ſind, z. B. wie ſie in Fig. 174 auf S. 414 angegeben ſind. Dann braucht auch die Kreide nicht beſonders gemahlen zu werden, ſondern man kann ſie in Stücken mit einſtürzen, da ſie ja doch mit den anderen Materialien zuſammen zermalmt wird, und man erſpart es ferner, einen Theil der Kreide zu trocknen, weil ihre überflüſſige Feuchtigkeit hinreichend von dem Sulfat aufgeſaugt wird, und das Ganze zuſammen ſich ſehr gut zwiſchen den Walzen pulvert. Die rationellſte Einrichtung iſt die, wobei die abgewogenen, gemiſchten und zerkleinerten Materialien für jede Schmelze von den Quetſchwalzen hinunter durch einen Roſt (um die gröbſten Theile zurückzuhalten und zurück unter die Walzen zu bringen) gleich in die eiſernen Hunde fallen, aus denen ſie in die Fülltrichter der Sodaöfen geſtürzt werden; man hebt die Hunde

dann auf die Höhe des Ofens durch ein hydrauliſches Hebewerk. Oder die zerkleinerten Materialien fallen durch den Roſt in eine kleine Grube, aus der ſie durch ein Paternoſterwerk auf die Ofenhöhe gehoben, und dort in die Hunde geſtürzt werden.

Bei rotirenden Sodaöfen iſt eine Zerkleinerung der Kreide nie nöthig oder auch nur wünſchenswerth; man wendet ſie abſichtlich feucht an, wo dann, wenn ſie in den weißglühenden Ofen geſtürzt wird, die plötzliche Verdampfung des Waſſers die Stücke exploſionsartig zerreißt und zu feinem Pulver zertheilt. Dagegen muß man für dieſe Oefen die groben Knollen und geſchmolzenen Stücke aus dem Sulfat aushalten, was man entweder dadurch erreicht, daß man dieſes durch ein Quetſchwerk paſſiren läßt, oder dadurch, daß man es gleich durch einen Durchwurf in das Magazin ſtürzt und die oben bleibenden Stücke für ſich mahlt; das aus den mechaniſchen Sulfatöfen ſtammende Sulfat iſt an ſich feinkörnig genug.

Das Verhältniß, in dem die drei Materialien mit einander gemiſcht werden, weicht in verſchiedenen Ländern und ſelbſt in benachbarten Fabriken ſehr von einander ab. Ein großer Theil der aus den Veröffentlichungen oder aus Privatnotizen hervorgehenden Verſchiedenheiten iſt freilich auf Rechnung davon zu ſetzen, daß die Materialien nicht gleich ſind, daß z. B. von Kreide mit 20 Proc. Waſſer ſelbſtverſtändlich mehr gebraucht wird, als von ſo gut wie ganz trockenem Kalkſtein. Wenn man dies berückſichtigt, ſo findet man, daß im Großen und Ganzen keine ſehr große Verſchiedenheit in dem Verhältniß zwiſchen Natriumſulfat und Calciumcarbonat obwaltet; die Praxis hat ſchon längſt erkannt, was Scheurer-Keſtner ſpäter genau nachwies, daß man nicht mehr von dem letzteren anwenden dürfe, als eben nöthig, um volle Zerſetzung hervorzurufen. Dagegen ſind allerdings die Abweichungen in dem Kohlenzuſatze zu bedeutend, als daß man ſie nur auf Verſchiedenheiten in der Qualität der angewendeten Kohlen zurückführen könnte. Namentlich braucht man in den franzöſiſchen Fabriken durchgängig viel weniger Miſchungskohle als in den engliſchen; die deutſchen ſtehen etwa in der Mitte.

Leblanc hatte folgendes Verhältniß für die Sodamiſchung aufgeſtellt:

100 calcinirtes Glauberſalz,
100 Kreide,
50 Holzkohle,

und man muß ſagen, daß für Handöfen in den meiſten Fällen die Durchſchnittsmiſchung keine weſentlich andere als die Leblanc'ſche iſt. Die Normalmiſchung von Kolb iſt z. B.

100 reines Natriumſulfat (= 106 käuflichem),
94 „ Calciumcarbonat (= 101 Kreide),
44 reiner Kohlenſtoff (= 52,5 fetter Steinkohle).

Scheurer-Keſtner (Répert. chim. appl. 1862, p. 231; Wagner's Jahresb. f. 1863, S. 234) giebt folgende Tabelle über die Miſchungsverhältniſſe von zehn verſchiedenen Fabriken:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sulfat	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kreide	107,7	110	103	97,5	115	121	115	93,6	100	90,2
Kohle	73	50	61,7	55,6	35	46,6	68	40,4	40,3	42,1

Andere publicirte Miſchungen ſind folgende (ſämmtlich auf 100 Sulfat berechnet):

	1	2	3	4	5	6	7	8
Sulfat	100	100	100	100	100	100	100	100
Kreide oder Kalkſtein	115	121	115	100	97,5	107,7	100-108	110-120
Kohle	30-35	46,6	68	75	55-59	73	66	50

	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Sulfat	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kreide oder Kalkſtein	103	125	115	138	106	100	117	110	107
Kohle	61,7	45	53	70	62,5	56,5-65	64	60	40

Nr. 1, 2 und 3 nach Stohmann-Kerl's techn. Chemie 3. Aufl., 5, 334, als Miſchungen deutſcher Fabriken; Nr. 4 und 5 ebenda als in England angewendete Miſchung; Nr. 6 und 7 nach Muspratt; Nr. 8 nach Ure; Nr. 9 nach Brown; Nr. 10 bis 15 aus Richardſon und Watt's Chemical Technology vol. III, 234; Nr. 10 als Miſchung einer franzöſiſchen Sodafabrik für Kryſtallſoda; Nr. 11 als Miſchung derſelben für Seifenſiederei; Nr. 12 als Miſchung einer großen Fabrik in Lancaſhire, wobei der Kalk als „gelöſchter" angegeben iſt; Nr. 13 ditto, aber „Aetzkalk" zu verſtehen (?); Nr. 14 und 15 als am Tyne gebräuchliche Miſchungen; Nr. 16 nach Davis (Chem. News. **32**, 176); Nr. 17 nach F. Fiſcher (Berl. Ber. **9**, 1559); die Kohle hat 9 Proc. Aſche.

Vom Verfaſſer ſelbſt beobachtete (Nr. 1 von ihm ſelbſt angewendete) Miſchungen:

	1	2	3	4	5	6	7	8
Sulfat	100	100	100	100	100	100	100	100
Kreide oder Kalkſtein	112,5-120	105	95	104	220	103	100	100
Kohle	46-52	53	56	60	67	60	45	32,7

	9	10	11
Sulfat	100	100	100
Kreide oder Kalkſtein	100	104	101-102
Kohle	34,8-36	36	39

Nr. 1 eigene Arbeit; die Kreide variirend je nach Feuchtigkeit (10 bis 20 Proc.), die Kohle nach Qualität. Nr. 2 Miſchung von Tennant in Glasgow (1864) für calcinirte Soda; Nr. 3 ditto für Kryſtallſoda; Kalkſtein trocken; Nr. 4 große Fabrik in Lancaſhire, trockener Kalkſtein; Nr. 5 kleinere Fabrik daſelbſt, der Kalk als naſſer Schlamm vom Kauſticiren von Soda mit ca. 50 Proc. CaO. Nr. 6 große Fabrik am Tyne; Kreide getrocknet, hält noch 3 bis 4 Proc. Waſſer. Nr. 7 rheiniſche Fabriken 1878; Nr. 8 franzöſiſche Fabrik (1878), Soda für Bleicher beſtimmt; Nr. 9 dieſelbe Fabrik, für gewöhnliches Sodaſalz; Nr. 10 franzöſiſche Fabrik, welche ſpeciell auf weißes kauſtiſches Sodaſalz arbeitet;

im Nothfall geht man für dieſen Zweck ſogar bis 110 Kreide (trockene); bei Sulfat aus Steinſalz dagegen geht man auf 98 Kreide herunter. Nr. 11 elſäſſiſche Fabrik.

Alle dieſe Miſchungsverhältniſſe beziehen ſich auf die durch Handarbeit betriebenen Sodaöfen; diejenigen für rotirende Oefen werden bei dieſen ſelbſt angegeben werden. Es ſei daran erinnert, daß nach der oben als die wahrſcheinlichſte hingeſtellten Vorſtellung über den Vorgang im Sodaofen auf 5 Mol. Sulfat 7 Mol. Calciumcarbonat und 12 Mol. Kohlenſtoff gebraucht werden, alſo auf 100 Sulfat 98,7 Calciumcarbonat und 20,3 Kohlenſtoff; hiervon ſind jedoch je 2 Mol. $CaCO_3$ und C nicht durch die Theorie ſelbſt, ſondern nur durch die praktiſche Ausführbarkeit der Operation bedingt, welche die Bildung von etwas Aetzkalk und Kohlenoxyd am Schluſſe der Operation erheiſcht; ohne dieſe Extramenge würde man nur 70,4 $CaCO_3$ und 16,9 C brauchen. Vom Kohlenſtoff braucht man unter allen Umſtänden viel mehr, weil ein großer Theil der Kohle einfach im Ofen verbrennt, ein anderer in der Rohſoda verkokt zurückbleibt und ſie poröſer machen hilft. Vom Calciumcarbonat braucht man für Handöfen in der That ſtets mindeſtens die erſt angeführte Menge; bei rotirenden Oefen aber, wo die Verhältniſſe anders liegen, weniger, wie wir ſehen werden.

Das Reſultat der neueſten Fortſchritte iſt übereinſtimmend darin geweſen, daß es nicht nur thunlich, ſondern ſogar höchſt nützlich iſt, die Menge des Calciumcarbonats und der Kohle im Verhältniß zu dem Sulfat ſo ſehr als möglich zu beſchränken, alſo den durch die Theorie erforderten Zahlen anzunähern. Aus mechaniſchen Gründen wird man immer etwas mehr brauchen müſſen, als die letzteren; aber man iſt doch zuweilen ſo weit gekommen, z. B. durch das Verfahren von Mactear, mit noch beſſerem Erfolge aber durch das von Péchiney und Weldon (vergl. ſpäter), daß man die Menge des Kalkſteines (und Kalkes bei Mactear) auf 80 Proc. verringern konnte. Es hat ſich herausgeſtellt, daß man ſelbſt mit weniger als 30 Theilen gewöhnlicher Kohle auf 100 Sulfat arbeiten kann, und ſogar eine um ſo beſſere, doch weißere, calcinirte Soda erhält, je weniger Kohle man nimmt; aber wenn man unter dieſe Grenze hinabgeht, ſo wird leicht ſchon etwas Sulfat unzerſetzt bleiben und damit Soda verloren gehen.

Miſchungen für das Péchiney-Weldon'ſche Verfahren ſind z. B.

Sulfat	100,00	100,00
Kalkſtein	79,40	75,00
Kohle	41,60	38,20
zum Schluſſe noch		
Sulfat	5,88	5,88
Kalkſteinſtaub	7,35	7,35
im Ganzen alſo		
Sulfat	100	100
Kalkſtein	81,9	77,80
Kohle	39,29	36,10

Zuweilen geht man aber hierbei bis auf 60 Kohle.

Miſchungen für kauſtiſche Soda werden im 15. Capitel angegeben werden.

Die Sodaöfen.

1. Handöfen.

Das Schmelzen der Sodamischung findet stets in Flammöfen statt, die im Allgemeinen von sehr einfacher Form sind, abgesehen von den mechanischen oder Cylinderöfen, welche später beschrieben werden sollen. Es ist jedoch bei ihrer Construction und ihrem Bau eine Reihe von Vorsichtsmaßregeln zu beachten, ohne die man entweder nicht die nöthige Hitze herausbekommen kann, oder der Ofen sich unverhältnißmäßig schnell abnutzt.

Der von Leblanc und Dizé ursprünglich angewendete Ofen war rechteckig und hatte nur einen kleinen Arbeitsherd (Sohle) mit einem sehr großen Feuerherde (2 m lang bei 60 cm Breite). J. B. P. Payen, welcher zuerst das Leblanc'sche Verfahren im Großen ausführte, verbesserte die Oefen 1796 durch Einführung einer größeren elliptischen Sohle und eines kleineren Feuerherdes (1,60 m lang, 0,60 m breit). Weitere Verbesserungen wurden 1807 von Darcet und den Marseiller Fabrikanten eingeführt und schließlich wurden von Clément-Desormes ganz große Oefen construirt, um Brennmaterial und Arbeit zu sparen.

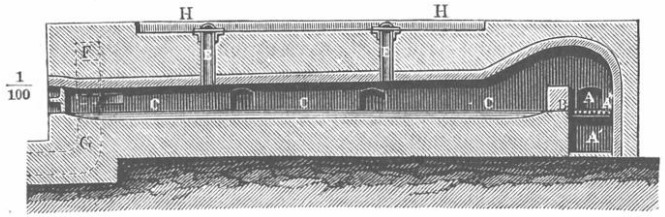
Payen giebt folgende Tabelle über die Dimensionen und Production dieser Sodaöfen:

	Länge der Sohle	Breite der Sohle	Oberfläche der Sohle	Beschickung für 1 qm	Beschickung im Ganzen	Zahl der Operationen in 24 Stunden	Tägliche Production	Alkalimetrischer Titre (Decr.)
	m	m	qm	kg	kg		kg	
Rechteckiger Ofen von Leblanc und Dizé . . .	2,00	1,40	2,80	40	112	6	672	26—30
Elliptischer Ofen von Payen	3,00	2,00	5,00	125	725	6	4340	32—35
„ „ „ Darcet	3,25	2,66	7,00	65	455	12	5244	33—36
„ „ „ Clément-Desormes . .	6,00	2,00	11,00	136	1496	6	8976	35—40
	9,00	3,00	24,00	136	3264	6	19584	

Der letzte von Clément construirte Ofen war also viermal so groß wie der von Payen, und von jeder seiner vier Arbeitsthüren aus arbeitete man so viel Beschickung durch, wie in jedem der kleineren Oefen überhaupt. In seiner Decke waren vier Oeffnungen zum Einbringen der Beschickung vorhanden, für gewöhnlich natürlich mit Deckeln verschlossen. Payen giebt noch eine Abbildung eines anderen, in Frankreich und Deutschland bis in die neuere Zeit hinein viel gebräuchlichen Ofens, von dem Fig. 176 (a. f. S.) einen Verticalschnitt, Fig. 177 einen Horizontalschnitt, Fig. 178 einen Querschnitt der Breite nach, alles im Maßstabe von 1 : 100, wiedergiebt.

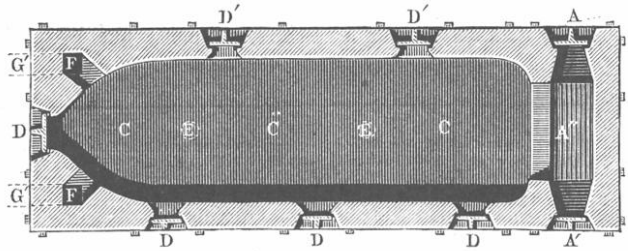
A Feuerthür; A' Aschenfall; A'' Rost; B Feuerbrücke; C Inneres des Ofens, dessen Sohle eine Austiefung von etwa 12 cm hat. DDD drei seitliche Arbeitsthüren; $D'D'$ ebensolche auf der entgegengesetzten Seite zur Bedienung solcher Theile des Ofens, die von dem Gezähe durch die anderen Thüren nicht

Fig. 176.



erreicht werden; EE Oeffnungen im Gewölbe, durch gußeiserne Futter geschützt, zum Beschicken des Ofens; FG Füchse zur Ableitung des Feuers in die Canäle $G'G'$, durch welche man noch die Abhitze zum Heizen von Verdampfpfannen ꝛc. benutzen kann; H Decke des Ofens, auf der die Beschickungsmaterialien ausge-

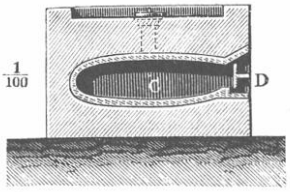
Fig. 177.



breitet werden, um sich einige Stunden zu erwärmen, ehe sie durch EE in den Ofen selbst eingetragen werden.

Payen giebt folgende Einzelheiten über die Arbeit mit diesen Oefen an. Man nimmt im Durchschnitt für jede Beschickung 935 kg Sulfat, 986 Kreide, 480 Kohlenklein und 145 Mutterlaugensalz vom Raffiniren. Als Brennmaterial verbraucht man in 24 Stunden 2800 kg Steinkohlen. Die Arbeit wird verrichtet von sechs Schmelzern und sechs Hülfsarbeitern, die sich in drei Schichten alle acht Stunden ablösen. Man rechnet 30 Minuten auf das Eintragen und Ausbreiten der Beschickung, 30, 35 und 20 Minuten für das erste, zweite und dritte Durcharbeiten, 20 Minuten auf das letzte Durcharbeiten und Ausziehen der Schmelze. Die ganze Arbeit dauert daher 135 Minuten, die Ruhepausen in den Zwischenzeiten betragen 105 Minuten, die Gesammtdauer einer Schmelze also 240 Minuten = 4 Stunden. In 24 Stunden macht man sechs Schmelzen,

Fig. 178.



welche jede 1525 kg zuſammen 9050 kg rohe Soda mit 38° alkalimetriſchem Titre geben.

Dieſe großen Oefen, wie ſie auf dem Continent ehedem viel allgemeiner als jetzt gebräuchlich waren, haben verſchiedene Nachtheile, ſo daß ſie jetzt in Deutſchland faſt allgemein, und auch in ihrem franzöſiſchen Vaterlande vielfach den kleinen Flammöfen engliſcher Conſtruction (ſ. unten) gewichen ſind. Der einzige Nutzen, den ſo große Oefen bezwecken konnten, die Erſparniß an Brennmaterial, wird bei den kleineren engliſchen Oefen in ganz rationeller Arbeit durch Benutzung der Abhitze zum Abdampfen der Laugen, Vorwärmen der Waſchwäſſer ꝛc. erreicht. In den großen Oefen iſt es aber factiſch unmöglich, auf ihrer ganzen Sohle auch nur einen einigermaßen gleichförmigen Hitzegrad herzuſtellen. Es wird daher die Schmelze an manchen Stellen ſchon fertig ſein und verbrennen, während an anderen Stellen die Reaction noch weit zurück iſt. Ferner kann man auch ſo große Beſchickungen unmöglich einigermaßen gleichmäßig durcharbeiten und ſchließlich zu einer homogenen Maſſe ſchmelzen, wenigſtens nicht, ohne ſie ungebührlich lange zu erhitzen. Eine Erſparniß an Arbeitslohn wird ganz ſicher nicht erreicht; mit 12 Arbeitern ſetzt man in 24 Stunden 15 276 kg Beſchickung durch, während in einem kleinen engliſchen Ofen bei zwölfſtündiger Schicht 9600 kg mit zwei Mann, bei achtſtündiger Schicht 10 800 kg mit drei Mann in 24 Stunden geleiſtet werden.

Eine andere Art Oefen, die ſich in mehreren Werken abgebildet findet, verdient nur eine ganz kurze Erwähnung, nämlich diejenigen, wobei das Feuer des Sodaofens (deſſen Format dabei ein kleines iſt) über einen anderen ſchalenförmigen Ofen hingeht, in dem Kochſalz mit Schwefelſäure zerſetzt wird, ſo daß alſo ſämmtliche Salzſäure mit den Feuergaſen in die Luft geht! Eine ſolche barbariſche Einrichtung iſt heutzutage nicht mehr denkbar.

Kopp erwähnt in Wurtz's Dictionnaire II, S. 1578, eine ſcheinbar ſehr rationelle Einrichtung, wobei das Feuer des Sodaofens allerdings den Sulfatofen heizte, dieſer letztere aber aus einer Pfanne und Muffel in gewöhnlicher Weiſe beſtand; das Feuer ging vom Sodaofen zuerſt um die Muffel herum und dann ſchließlich noch unter die Zerſetzungspfanne. Dieſe Einrichtung iſt in der von Kopp erwähnten Fabrik wieder aufgegeben worden, und mit allem Rechte; ſie gehört zu der großen Zahl von allzu fein raffinirten Erſparungsverſuchen, welche ſchließlich das Gegentheil von dem Beabſichtigten verurſachen; man wird nämlich durch die ungenügende Temperatur der nur durch Abhitze erwärmten Oefen gezwungen, die Arbeit in denſelben viel länger dauern zu laſſen, als es bei directer Heizung nothwendig geweſen wäre; der eine Apparat braucht ferner vielleicht gerade große Hitze, während der andere ſie noch nicht vertragen kann, und der erſte muß alſo auf den zweiten warten; kurz, man findet ſchließlich, daß man für daſſelbe Quantum Product bedeutend mehr Zeit, Arbeitslohn, Ofenraum und meiſt geradezu ſelbſt Brennmaterial verbraucht hat, als andere Fabrikanten, die jeden Apparat mit beſonderer Feuerung betreiben und demnach beliebig forciren können. Selbſtverſtändlich ſoll Obiges durchaus nicht vor einer Benutzung der Abhitze überhaupt, ſondern nur vor einer unrationellen, zu weit getriebenen Benutzung warnen.

Nach Knapp (Chem. Technol., 3. Aufl., 1, 2, 416) kommen (oder kamen?) in Deutſchland auch Oefen mit ganz eirunden Arbeitsräumen vor, von denen ein unterer zum Fertigmachen der Schmelze, zwei neben einander und höher liegende Räume aber zum Vorwärmen dienen; aus letzteren, die durch die abgehende Flamme des eigentlichen Arbeitsraumes erhitzt werden, wird abwechſelnd je eine Ladung in den letzteren herabgezogen. Knapp führt ſelbſt als Nachtheile dieſer Oefen einen verwickelten Bau und geringe Haltbarkeit an.

Ein von Perret in Frankreich 1868 patentirter Ofen (Bull. Soc. Chim. 9, 341) beruht auf genau demſelben Principe wie ſein Pyritofen (Bd. I, S. 225). Es iſt ein mehrſtöckiger Flammofen, deſſen einzelne Herde, mit Ausnahme der unterſten, aus feuerfeſten Flieſen beſtehen; indem das Feuer, wie in den Pyritöfen von Perret und von Malétra, in ſchlangenförmigen Windungen von unten nach oben geht, heizt es die Ofenherde ſowohl von oben als von unten; auch die von der Kohle in der Miſchung ſelbſt abgegebene Hitze hilft mit. Die unterſte, direct geheizte Sohle ſoll nur 1,40 m breit ſein. Ueber eine praktiſche Anwendung des Ofens iſt nichts bekannt geworden; ſeine Haltbarkeit dürfte höchſt gering ſein, und die Verwerthung der Hitze läßt ſich durch Abdampfung der Laugen auch bei den gewöhnlichen Oefen erreichen.

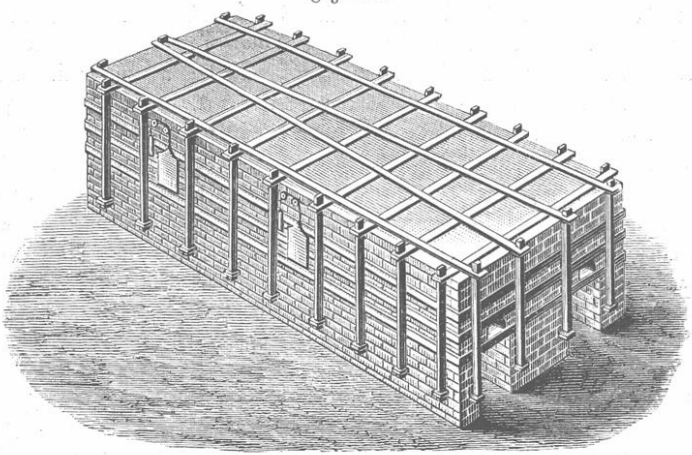
In Frankreich, hin und wieder auch in Deutſchland, finden ſich öfters Sodaöfen mit großer Sohle, welche eine Arbeitsthür an der einen Längsſeite des Ofens und die andere im rechten Winkel darauf an der dem Feuerherde gegenüberliegenden Schmalſeite des Ofens haben.

Wir gehen nun zur Beſchreibung der engliſchen Sodaöfen über, wie ſie auch auf dem Continent mehr und mehr zu finden ſind. Im Großen und Ganzen ſind dieſe Oefen ſtets nach einem und demſelben Plane gebaut; ſie haben ſtets zwei (ſelten noch eine dritte) Arbeitsſohlen oder Herde, von denen der eine, von der Feuerbrücke entferntere, etwas höher als der dem Feuer nächſte iſt; jeder dieſer Herde iſt verhältnißmäßig ſehr klein und nur auf eine kleine Beſchickung von circa 400 kg im Ganzen eingerichtet, welche zuerſt auf den hinteren Herd, dann auf den vorderen kommt. Nur ganz ausnahmsweiſe finden ſich auch etwas größere Oefen dieſer Art, welche bis beinahe 700 kg Beſchickung auf einmal verarbeiten (z. B. zu Außig). Die längſt bekannte, aber meiſt verſchmähte Anordnung eines dritten Herdes im Sodaofen wurde von Faucheux (Chem.-Ztg. 1891, S. 1001) als neue Erfindung angegeben, durch die man 30 Proc. an Kohlen erſparen könne!

Die in Lancaſhire meiſt gebräuchlichen Oefen, von welchen Fig. 179 eine perſpectiviſche Anſicht giebt, unterſcheiden ſich von denjenigen, die am Tyne gebräuchlich ſind, einmal durch etwas größere Dimenſionen (ſie ſind etwa 20 bis 30 cm breiter und 30 bis 45 cm länger), zweitens dadurch, daß ſie ſtatt eines größeren der Quere nach durchgehenden, von der Vorderſeite aus beſchickten Roſtes deren zwei kleine haben, welche in der Längsrichtung des Ofens verlaufen und von einer Schmalſeite des Ofens her beſchickt werden, drittens in der Regel durch weniger ſoliden Bau. Schon äußerlich kann man ſie dadurch von den Tyne-Oefen unterſcheiden, daß ihr Mauerwerk, bei gleicher Stärke, ſtatt durch maſſive gußeiſerne Frontplatten, nur durch Streifen von Bandeiſen (75 bis 100 mm breit bei 9 mm Dicke, und etwa 150 mm von einander entfernt) zuſammengehalten

wird, welche ihrerſeits durch die gewöhnlichen Ankerſäulen an den Ofen angedrückt werden. Selbſt die Arbeitsthüren ſind häufig nur durch Rahmen geſchützt; in vielen Fällen findet man jedoch Gußplatten vom Gewölbe bis zum Boden der Thür reichend und durch die zwei nächſten Ankerſäulen feſtgehalten. Die horizontalen Zugſtangen werden faſt nie durch Schraubbolzen, ſondern durch Oeſen und Keile an den Ankerſäulen befeſtigt. Inwendig findet man häufig in den Feuerbrücken gar keine Eiſenplatten mit Luftcanal, welche bei den Tyne-Oefen nie fehlen. Eine den Lancaſhire-Oefen eigenthümliche (aber auch dort nur ausnahmsweiſe zu findende) Einrichtung iſt eine in der Endwand des Ofens, über den Feuerthüren, befindliche, eine mit vielen Löchern durchbrochene gußeiſerne Platte, welcher Canäle in dem Mauerwerk entſprechen, und durch welche Luft noch über der Kohlenſchicht in die Flamme ſtrömen kann. Es ſoll dies wohl zur Rauchverbrennung und Kohlenerſparniß beitragen, ſchlägt aber häufig in ſein Gegentheil um, und man findet daher zuweilen dieſe Löcher wieder verſtopft.

Fig. 179.



Die am Tyne übliche Art von Sodaöfen iſt in Fig. 180 bis 185 in einer Conſtructionszeichnung eines wirklich erbauten und ſehr gut functionirenden Ofens dargeſtellt, mit eingezeichneten Maßen. Es iſt dabei zugleich ſchon die Verdampfungspfanne mit gezeichnet, ſo wie ſie dort ohne Ausnahme auf den Ofen folgend angelegt wird. Fig. 180 iſt ein Horizontalſchnitt durch die Linie *AB* der Fig. 181, alſo noch durch die (hohle) Feuerbrücke, aber die Arbeitsſohlen und die Pfanne von oben nehmend; Fig. 181 ein Längsſchnitt nach der Linie *CD* des Grundriſſes, Fig. 183 ein Querſchnitt durch die Feuerung nach *EF*, das Auge nach der Feuerbrücke zu gewendet; Fig. 184 ein Querſchnitt durch den Ofen nach *GH*, ebenfalls nach der Feuerbrücke zu ſehend; Fig. 185 ein Querſchnitt durch die Pfanne, nach dem Ofen zu ſehend; Fig. 183 eine Anſicht von vorn, welche jedoch den Feuerungskeller und das Salzfilter im Durchſchnitt zeigt.

Ein ſolcher Ofen dient zur Verarbeitung von je 150 kg Sulfat mit der entſprechenden Quantität Kreide und Kohle; eine Schmelze wird in 45 bis 50 Mi-

nuten fertig (nachdem die Ladung bereits eine gleiche Zeit auf dem hinteren Herde des Ofens zugebracht hat), und mit den nöthigen Pauſen für Reinigung des Feuers, Schichtwechſel ꝛc. werden im Ganzen täglich 24 bis 27 Schmelzen gemacht.

a iſt der Feuerraum mit den Roſten, die aus loſen ſchmiedeeiſernen Stäben beſtehen, und auf drei ſtarken Quadrateiſen ruhen, die mit einer Kante nach oben eingemauert ſind, damit die Roſtſtäbe nicht zu viel Berührung damit haben. Außerdem iſt darunter noch eine Stange *b* eingemauert, die als Stützpunkt zum Auflegen der großen Brechſtangen dient, mit welchen man das Feuer von unten reinigt, die Schlackenkuchen auseinanderbricht ꝛc. *c* iſt der Vorraum (Feuerungskeller), der zur bequemeren Bedienung des Feuers von unten angebracht iſt. Dieſer Vorraum geſtattet es zugleich, den Aſchenfall viel tiefer anzulegen, als ſonſt möglich, und man gebraucht mit einer ſolchen Anlage (welche in England „cave-fire“ genannt wird) erfahrungsmäßig weniger Kohlen, bei größerer Hitze, als mit gewöhnlichen Feuerungen. Es mag daran theilweiſe der größere Aſchenfall, mit reichlicherer und gleichmäßigerer Luftzuſtrömung, und theilweiſe die beſſere Bedienung des Feuers Schuld ſein, wobei nicht ſo viel unverbrannte Kohlen mit durchgeſchürt werden, als bei unbequemer Bedienung. Der Feuerraum muß mit den beſten erhaltbaren feuerfeſten Steinen ausgefüttert ſein; namentlich müſſen dieſe auch der großen mechaniſchen Abnutzung Widerſtand leiſten, der ſie ausgeſetzt ſind. In noch höherem Maße gilt dieſes von den Ziegeln der Arbeitsherde und des ſie umgebenden Mauerkranzes, dagegen weniger von denen des Gewölbes. Alle aber müſſen gegenüber den ſchmelzenden Alkalien längere Zeit haltbar ſein. Selbſtverſtändlich dauert dies immer nur eine gewiſſe Zeit; man iſt zufrieden, wenn das Futter des Feuerraumes drei Monate, der erſte (heißere) Herd fünf Monate und das Gewölbe ein Jahr lang ohne Erneuerung aushalten. Der Feuerraum iſt hinten bei *d* treppenartig nach oben abgeſtuft, ſo daß die Flamme die ganze innere Breite des Ofens über die Feuerbrücke *e* hin beſtreichen kann. Von dem ſorgfältigen Bau der Feuerbrücke hängt viel ab. Sie wird ſtets ſehr ſtark (0,75 bis 1 m dick) gemacht, und am Tyne immer hohl angelegt; eine gußeiſerne Platte *f* von 40 bis 50 mm Stärke, welche halb über und halb unter dem Niveau des erſten Herdes ſteht und quer durch den ganzen Ofen reicht, iſt in ſie eingemauert, und damit dieſe Platte nicht zu ſchnell verbrennt oder ſchmilzt, iſt ſtets ein Luftcanal *g* auf der dem Feuerherde zugekehrten Seite der Platte vorhanden, der nach beiden Seiten offen, oder, wenn zwei Oefen Rücken an Rücken aneinandergebaut ſind, mit einem kleinen Schornſtein verſehen iſt, um ſtets Durchzug von kalter Luft zu haben. Dieſe Platte iſt zuweilen an den Enden mit Flantſchen verſehen, um an die Armaturplatten vorn und hinten angeſchraubt werden zu können; dies iſt aber entſchieden zu verwerfen, da es auf die Armaturplatten einen ſchädlichen Druck bei der Erhitzung der inneren Gußplatte verurſacht, die ja auch ohne jenes Verſchrauben nicht von der Stelle kann. Der Zweck der Gußplatte iſt namentlich der, ein Durchſchmelzen der Sodaſchmelze durch die Sohle und den unteren Theil der Feuerbrücke zu verhüten; in Lancaſhire, wo man häufig keine ſolche Platten anwendet, tritt dieſes Uebel dann entſprechend ſtärker auf. Man muß freilich darauf achten, daß der Luftcanal immer frei bleibt; allmälig füllt er ſich hauptſächlich mit erſtarrter Sodaſchmelze, und es iſt dann Zeit, die Feuerbrücke

zu erneuern; ſonſt wird man nach kurzer Zeit doch dazu genöthigt ſein, dabei aber zugleich finden, daß die Gußplatte jetzt nicht mehr brauchbar, ſondern verbrannt iſt. *h* und *i* ſind die beiden Arbeitsſohlen (Herde) des Ofens. Die Beſchickung wird durch den Fülltrichter *k*, oder in Ermangelung deſſen durch die hintere Arbeitsthür auf den hinteren Herd *i* gebracht, der 75 cm höher als der vordere iſt; von dieſem kommt ſie dann auf den vorderen, eigentlichen Arbeitsherd *h* und wird durch deſſen Thür ausgezogen. Nur an wenigen Orten findet man drei Arbeitsherde.

Die Herde werden in folgender Weiſe angelegt. Zunächſt wird die Baſis des Ofens bis 30 cm unter dem Niveau des Arbeitsbettes aus gewöhnlichen Mauerziegeln aufgemauert, oder auch nur eine 45 cm ſtarke Ringmauer gemacht, und das Innere mit Ziegelbruchſtücken aufgefüllt und nur oben abgepflaſtert. Dann wird darauf eine ſenkrechte Mauer aus Chamotteziegeln, 225 mm dick, rings um die zukünftigen Ofenſohlen aufgeführt und bis zur Widerlagshöhe des Gewölbes geführt; dieſe Ringmauer folgt den Contouren der Sohle und iſt alſo an den hinteren Ecken abgerundet, an den vorderen ſchräg auf die Thüren zulaufend, mit einem keilförmigen Mittelſtücke *l* zwiſchen den beiden Thüren ſelbſt. Nun füllt man an der Stelle des Herdes *h* 75 mm hoch feingemahlenen feuerfeſten Thon oder auch feingemahlene Kreide auf und ſchlägt dieſe feſt. Darauf kommt nun der Herd ſelbſt, aus auf dem Kopfe ſtehenden Chamotteziegeln beſtehend, alſo 225 mm tief, welche trocken, ohne Mörtel, aber ſo dicht wie möglich an einander geſetzt und mit dem Schlägel eingekeilt werden, um ſo enge Fugen als möglich zwiſchen ſich zu laſſen. Man wäſcht dann oben nur mit dem Pinſel einen dünnen Brei von feuerfeſtem Thon in die Ritzen zwiſchen den Steinen ein, um dieſe noch völlig auszufüllen. Für den hinteren Herd werden erſt noch drei Schichten gewöhnlicher Mauerziegel höher aufgemauert, dann etwas Kreidepulver aufgeſtreut und nun eine Rollſchicht von Chamotteſteinen, die Ziegel auf der hohen Kante, 113 mm dick, ebenfalls trocken und ſo dicht wie möglich eingeſetzt und mit dünnem Thonbrei verſtrichen. Es iſt auf der Zeichnung deutlich gezeigt, wie die Fugen zu laufen haben, damit die Gezähe möglichſt wenig Widerſtand finden. Noch ſolider iſt es natürlich, auch dem Vorwärmer eine Sohle von auf dem Kopfe ſtehenden Steinen zu geben.

Der Arbeitsherd *h* iſt von hinten nach der Arbeitsthür zu um etwa 5 cm geneigt, damit man das Gezähe beſſer brauchen kann, namentlich auch zur Erleichterung des Ausräumens; der Herd *i* dagegen braucht gar keinen oder nur ganz wenig Fall zu haben. Der Vorwärmherd dauert ſehr lange Zeit; dagegen dauert der Arbeitsherd höchſtens vier bis fünf Monate und muß dann erneuert werden, weil ſonſt gar zu viel Soda verloren geht, und überhaupt bei den unregelmäßigen Vertiefungen, welche die Sohle dann zeigt, ein gutes Arbeiten unmöglich iſt. Man muß ſich in dieſem Falle zu der ſehr langwierigen und koſtſpieligen Arbeit verſtehen, den alten, mit der Sodaſchmelze zu einer äußeren harten Maſſe zuſammengeſinterten Herd mit dem Meißel und Hammer ſtückweiſe zu entfernen und dann einen neuen Herd wie vorher einzuſetzen. In Lancaſhire wendet man häufig dabei nur „falſche Herde“ an, d. h. man füllt den durch Abnutzung ausgehöhlten Raum bei voller Hitze mit Chamotteziegeln, ebnet dieſe durch die Arbeits-

thür so gut wie es geht, wirft einige Schaufeln Sulfat hinein und schmilzt dieses bei geschlossener Arbeitsthür nieder. Ein solcher falscher Herd dauert einen bis zwei Monate.

Gänzlich unpraktisch sind Sodaöfen, wie der in Pfeiffer's Kali-Industrie, S. 420, abgebildete (übrigens auch dort ungünstig beurtheilte), bei denen unter dem Arbeitsherd ein Feuercanal geht. Ein solcher Herd kann nur sehr kurze Zeit aushalten.

Zuletzt kommt das Gewölbe (225 mm dick), für welches gewöhnlich besonders geformte Ziegel als Widerlager schon als oberste Schicht der Umfassungsmauer aufgesetzt worden sind. In diesem wird ein Loch über dem zweiten Herd *i* gelassen, in welches später der Fülltrichter *k* (aus Eisenblech oder sehr leichtem Gußeisen) eingesetzt wird.

Die Armatur des Ofens besteht am Tyne meist aus massiven Gußeisenplatten, 25 bis 37 mm dick, sowohl vorn als hinten, welche durch eine Anzahl von Ankersäulen aus schweren Eisenbahnschienen oder aus rectangulären Schienen 100 × 75 mm zusammengehalten werden; unten sind diese meist etwa 30 cm tief in den Boden gelassen und werden dort durch Steine von 30 cm im Cubus am Ausweichen gehindert; zuweilen jedoch findet man daselbst kleine Canäle im Fundamente für die Zugstangen ausgespart, welche dann wie die oberen befestigt werden. Ueber dem Ofen werden die Ankersäulen stets durch Zugstangen von 25 mm Rundeisen oder 22 mm Quadrateisen zusammengehalten, welche meist an beiden Enden mit Schraubengewinden versehen sind, durch entsprechende Löcher der Säulen gehen und auswendig durch Muttern angezogen werden. Diese müssen später öfters nachgezogen werden. An manchen Orten zieht man es vor, an die Enden der Stangen gleich starke Oesen anzuschmieden, die sich um die Ankersäulen herumlegen und durch verstählte, zwischen Oese und Säule getriebene Keile die Säulen zusammenzupressen. Dieses Gerippe von Platten und Armaturstangen bleibt natürlich erhalten, auch wenn der Ofen sich im Inneren völlig abgenutzt hat; man macht deshalb in England die Ofenwände viel schwächer als dies auf dem Continent meist üblich ist oder früher war, gewöhnlich nur 37 bis höchstens 45 cm. Allerdings verliert man dabei etwas mehr Wärme durch Strahlung nach außen; aber dies wird sicher mehr als eingebracht durch die, im Verhältniß zur geleisteten Arbeit, größere Dauer des weniger überhitzten Ofenfutters; auch erleichtert die geringere Dicke des Ofens die Bedienung des Ofens. Man stellt die Ankersäulen so, daß sie die am meisten in Anspruch genommenen Theile decken. Die Platten der Armatur sind von oben bis unten immer in einem Stück, aber seitlich natürlich in mehreren Stücken, die so angeordnet werden, daß jede Fuge von einer Säule bedeckt wird; übrigens sind sie auch noch inwendig (auf der Mauerseite) durch angesetzte Lappen ꝛc. mit einander verschraubt oder sonst wie mit einander fest verbunden.

Zur Erleichterung des Arbeitens ist eine kleine Gußplatte *m* vorn an der Arbeitsthür von *h* eingesetzt, wo die meiste Abnutzung stattfindet, und es sind ferner an beiden Arbeitsthüren Auflegestangen für die Gezähe angebracht, welche in Oesen enden, die auf an die zwei nächsten Ankersäulen angeschraubte Haken gesteckt werden.

Als Verſchluß für die Arbeitsthüren dienen am beſten Chamotteplatten, welche in ſtarke eiſerne Rahmen gefaßt ſind und vermittelſt einer Kette und Gegengewichten über die in gußeiſernen Bögen angebrachten Rollen *nn* balancirt werden; nur an der einen Thür des Aufriſſes und in den Querſchnitten ſind die Thüren ſelbſt gezeichnet. Man kann auch innen mit Chamotteſteinen geſchützte Gußeiſenthüren anwenden.

An den Ofen anſtoßend, jedoch durch einen kleinen Luftcanal *s* davon getrennt iſt die Concentrationspfanne *p*, welche, wie überall am Tyne und ſonſt auch vielfach üblich, für Oberfeuer eingerichtet iſt. Bei Handöfen wird gewöhnlich nur eine Pfanne angewendet; bei den ſehr großen Oefen in Außig jedoch ſind zwei Pfannen neben einander angebracht, ganz wie es ſpäter bei dem Cylinderofen beſchrieben werden wird, von denen jede durch einen Schieber vom Zuge abgeſperrt werden kann, wenn man ihren Inhalt auszieht. Die Pfannen beſtehen aus Eiſenblech von 10 mm Dicke, deſſen Vernietung ſo angeordnet ſein muß, daß die Nieten und die Blechſtöße ſelbſt dem Arbeiten in der Pfanne mit dem Gezähe möglichſt wenig im Wege ſind. Zu dieſem Zwecke laufen die Bleche von hinten nach vorn (zur Arbeitsthür hin) in ganzen Längen, ohne Quernähte; ihre Längsnähte laufen alſo auch in derſelben Richtung. Entweder ſind die Bleche ſtumpf an einander geſtoßen und von unten durch einen die Fuge bedeckenden Streifen und doppelte Nietung zuſammengehalten; oder, bei der gewöhnlicheren Art des Uebergreifens eines Bleches über das andere, legt man die Bleche ſo, daß die Ueberſtände nach beiden Arbeitsthüren zu gehen, daß alſo, wenn man eine Krücke nach der Thür zu zieht, ſie von einem Blech auf das andere gleitet und nicht von dem Stoße aufgehalten wird. Zuweilen macht man auch die Nieten mit verſenkten Köpfen (bei den mit Unterfeuer verſehenen Ausſogg-Pfannen in Lancaſhire findet man dies häufiger als bei den hier behandelten Pfannen mit Oberfeuer); gewöhnlich begnügt man ſich damit, die abgerundeten Nietenköpfe nach oben zu legen und das Vernieten auf der Unterſeite zu bewerkſtelligen.

Die Form der Pfanne, welche ſo gewählt iſt, um ihren ganzen breiartigen Inhalt möglichſt leicht ausziehen zu können, iſt aus dem Grundriß deutlich erſichtlich. Bisweilen giebt man übrigens einer Pfanne von ſolcher Länge ſchon drei Thüren; gewöhnlich macht man ſie aber überhaupt etwas länger (für Handöfen nicht leicht über 6 m) und dann immer dreithürig, um beſſere Wirkung des Feuers zu haben, und mehr Arbeit damit zu thun. Oben um den Rand der Pfanne läuft, nach innen gewendet, ein Winkeleiſen herum, welches theils zur Verſteifung dient, theils als Widerlager für das Deckgewölbe. Da es jedoch für dieſen Zweck kaum hinreichend ſtark iſt, ſo ſetzt man oft noch einen beſonderen Winkel *r* (Fig. 185 und im Aufriß Fig. 182 von außen) auf, welcher es nun auch geſtattet, ein 225 mm ſtarkes Gewölbe, ſtatt eines halbziegeligen anzuwenden. An den Zwickeln, da wo die Geſtalt der Pfanne dem Gewölbe eine unbequeme Geſtalt geben würde, mauert man bis zur oberen Höhe der Pfanne auf, legt die Winkel außen auf und ſprengt alſo auch hier das Gewölbe auf dieſelbe Weiſe, wie im Haupttheile der Pfanne. Hier läßt man ſogar, wie namentlich Fig. 181 zeigt, das Gewölbe vom Fuchſe des Schmelzofens her ſich nach der Pfanne hin abſenken; freilich ſind manchmal (doch ſeltener) ſchon die Pfannen dort mit entſprechend höheren, nach der

Arbeitsthür zu abfallenden Seiten gebaut. Dieſe Einrichtung des abfallenden Gewölbes iſt darum nicht gut zu umgehen, weil auf der einen Seite die Pfannendecke dem Flüſſigkeitsſpiegel recht nahe ſein muß, um die Flamme auf die Lauge niederzuziehen, und das Gewölbe deshalb direct von einer Oberkante der Pfanne zur anderen geſprengt wird; andererſeits aber muß man beim Eintritte des Feuers vom Ofen her nicht nur einen hinreichend hohen Schlitz für die Flamme ſelbſt, ſondern auch noch Raum für die Chamotteplatten *o* laſſen, welche den Boden des Fuchſes bilden, den Luftcanal *s* zwiſchen Ofen und Pfanne überbrücken und dann noch ein ganzes Stück über den Rand der Pfanne vorgreifen. Dieſe Einrichtung iſt dazu getroffen, um die vordere Endwand der Pfanne vor dem Verbrennen und Verziehen zu ſchützen, dem ſie unbedingt ſehr bald ausgeſetzt iſt, wenn nicht dieſe Wand durch den Luftcanal, und namentlich ihr oberer Rand durch die Platten *o* vor der Stichflamme geſchützt wird. Auch zwiſchen den Mauerzwickeln und der Pfanne läßt man ähnliche Luftcanäle, und der übrige Theil der Seitenwände der Pfanne iſt ja ohnehin der Luft ausgeſetzt, mit Ausnahme der am wenigſten heißen dem Fuchſe *t* zugekehrten Hinterwand, welche man übrigens, wenn man will, in ganz ähnlicher Weiſe wie die dem Ofen zugekehrte Wand ſchützen kann. Um die Chamotteplatten *o* beſſer tragen zu können, wird zuweilen ein gußeiſerner Sattel auf den Pfannenrand gelegt, und ganz in entſprechender Weiſe auch auf der hinteren Pfannenſeite verfahren. Der Fuchs *t* ſelbſt iſt mit einem verticalen oder horizontalen Schieber zur Regulirung des Zuges verſehen und mündet entweder direct in einen zum Hauptſchornſtein führenden Canal, oder wird ſo geführt, daß man die Abhitze noch weiter benutzen kann, was freilich immer in ſolcher Weiſe geſchehen muß, daß der Zug dadurch nicht geſtört wird. Man kann dies in mehrfacher Weiſe thun, und es wird ſpäter noch öfter Gelegenheit genommen werden, auf paſſende Verwendungen der noch immer bedeutenden Abhitze des Ofens hinzuweiſen.

Die Pfanne ruht auf Mauerpfeilern *q q*, welche am beſten nicht ganz durchgehen, wie es auch auf dem Grundriſſe angedeutet iſt, um ganz freie Paſſage unter der Pfanne zu haben; ſie ſollten ſo angelegt werden, daß die Blechſtöße möglichſt frei ſind. Man kann dann etwaige Lecke leicht entdecken und oft noch von unten durch Verſtemmen beſeitigen, ohne den Gang der Pfanne zu ſtören. Außerdem wird dadurch die Unterſeite der Pfanne ebenfalls kühl gehalten. Manchmal cementirt man den Boden unterhalb der Pfanne, zugleich mit demjenigen unterhalb des Salzfilters *w*, und giebt ihm Fall nach einer Seite hin, mit einem Sammelbrunnen an dem tiefſten Punkte, um ausleckende Flüſſigkeit daſelbſt auffangen zu können. Meiſt unterläßt man dies, da ohnehin bei einer gut genieteten und ſorgfältig aufgeſtellten Pfanne Lecke nicht leicht vorkommen.

Zum Ausräumen der Pfanne iſt die Vorderwand derſelben an zwei oder mehreren Stellen durchbrochen und daſelbſt etwa 15 cm nach außen gebogen; der Boden geht in die dadurch gebildeten Hälſe bis nach vorn hinaus, und das ihn mit den Seitenwänden verbindende Winkeleiſen iſt ebenfalls herumgeführt, wie es der Grundriß Fig. 180 zeigt, während das obere Winkeleiſen daſelbſt unterbrochen iſt. Ein anderes Winkeleiſen iſt um den ganzen ſo gebildeten Hals herum angenietet, wie es die verſchiedenen Schnitte, und am deutlichſten der Auf-

riß Fig. 181 bei u' zeigen. An dieſes Winkeleiſen nun legt ſich die aus 13 cm ſtarkem Keſſelblech gemachte Thür u an, ohne die der geſammte Inhalt der Pfanne, welche man außerdem noch ganz wenig nach vorn neigt, über die Hälſe und den in ihnen glatt fortgeſetzten Boden ausfließen muß. Die Thür wird auf folgende Weiſe befeſtigt. Das Winkeleiſen des Thürhalſes iſt an jeder Seite von einem Schlitz durchbrochen (ſ. Fig. 181 bei u') und daſelbſt Bolzen durchgeſteckt, welche vorn beide in eine längliche Oeſe auslaufen. Durch dieſe beiden Oeſen wird eine ſtarke Querſchiene v geſteckt, welche in der Mitte zu einem runden

Fig. 186.

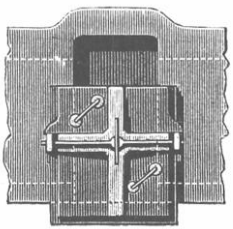
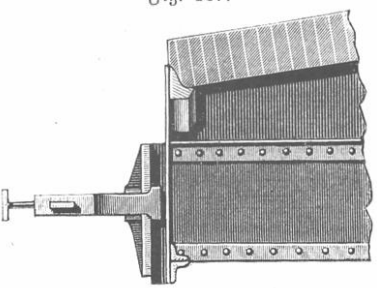
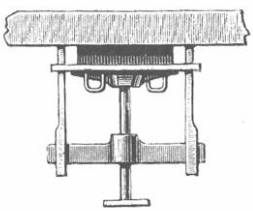


Fig. 187.



Körper verſtärkt, im Centrum durchbohrt und mit Muttergewinde verſehen iſt. Ein ſtarker Bolzen (50 mm dick) mit Schraubengewinde geht hindurch und wird vorn durch einen feſten Handgriff oder durch eine Oeſe und durchgeſteckte Stange angezogen. Dadurch wird alſo die Thür u an den Winkeleiſenrahmen angedrückt, und damit ſie an dieſer Stelle mehr Widerſtand leiſte, iſt ſie durch eine Längsleiſte entſprechend verſtärkt. Außerdem hat ſie eine oder zwei Handhaben. Sie geht nicht bis zur vollen Höhe der Pfanne, damit man während des Ganges in derſelben mit Rührwerkzeugen arbeiten und den Gang beobachten kann; in den Zwiſchenzeiten verhindert der loſe aufgeſetzte Deckel v' von dünnem Eiſenblech mit Handhabe (Fig. 185) das Einſtrömen von kalter Luft. Vor dem Anſetzen der Thür beſtreicht man ihren Rand, wo er auf den Rahmen trifft, mit dickem Thon- oder Kalkbrei, von dem der größte Theil beim Anziehen der Schraube ausgepreßt wird; das Uebrige genügt zur Dichtung der Fuge. Sollte übrigens auch ein unbedeutendes Lecken ſtattfinden, ſo ſchadet dies wenig, da ohnehin der ganze Hals ſoweit vorſtehen muß, daß dasjenige, was aus ihm ausläuft, in das Salzfilter w fließt, wo es zurückgehalten wird.

Fig. 188.



Eine etwas verſchiedene Einrichtung des Thürverſchluſſes, wobei eine gußeiſerne Thür angewendet wird, zeigen die Figuren 186 bis 188. Zugleich zeigen dieſe auch eine etwas verſchiedene Art, um das Pfannengewölbe zu tragen.

In jedem Falle wird zur Verſtärkung der Widerlager ein Gerippe von Ankerſäulen (50 mm im Quadrat) angewendet, welche durch Zugſtangen mit Schraubenenden über dem Pfannengewölbe und unter dem Pfannenboden zuſammengehalten werden.

Fig. 189.

Vor der Pfanne ſteht das Salzfilter („drainer“) *w* aus etwa 8 mm ſtarkem Eiſenblech, welches in Fig. 180 von oben, in Fig. 185 im Querdurchſchnitt und in Fig. 182 im Längsdurchſchnitt geſehen wird. Es hat einen falſchen Siebboden *x*, beſtehend aus Blechtafeln von 60 cm im Quadrat, mit Löchern von 3 bis 6 mm Durchmeſſer, ruhend auf einem Gerippe von Winkeleiſen und T-Eiſen. Der wahre Boden des Filters ſenkt ſich nach einer Seite ab und endigt in eine Ausſackung *w'*, in welcher die Mutterlaugenpumpe *y* ſteht. Letztere iſt in Fig. 189 in größerem Maßſtabe abgebildet. Sie muß ganz aus Gußeiſen und Schmiedeeiſen gemacht ſein; die Ventilklappen ſind auf die Sitze aufgeſchliffen, und der außen abgedrehte Kolben geht in dem ausgebohrten Stiefel dicht hin und her, da weder Leder- oder Hanfdichtung, noch Oel ꝛc. bei der kauſtiſchen Mutterlauge anwendbar ſind. Die Pumpe iſt hier nur ſo hoch gezeichnet als nöthig, um die Mutterlaugen immer wieder in die Pfanne zurückpumpen zu können; man kann ſie natürlich auch höher machen, wenn es erforderlich iſt, um die Mutterlaugen für ſich auszuhalten.

Eine Abänderung an den gewöhnlichen Oberfeuer-Pfannen beſchreibt J. C. Stevenſon (Engl. Pat. Nr. 4148, 1878).

Unterhalb der Pfanne befinden ſich geſchloſſene Käſten für das Salz, die mit der Pfanne durch mittelſt Stöpſeln verſchließbare Hervorragungen der letzteren in Verbindung ſtehen. Wenn die Stöpſel offen ſind, ſo erfüllt die Flüſſigkeit die Salzkäſten, wird aber allmälig durch das in dieſe hinabgedrückte Salz verdrängt. Wenn einer der Behälter voll iſt, ſo wird der Stöpſel eingeſteckt, ein anderer geöffnet und der erſte Behälter von Salz entleert, nachdem man Zeit zum Abtropfen gelaſſen hat. Man kann auf dieſem Wege leicht fractionirt verdampfen. Jeder Salzkaſten hat einen Siebboden als Salzfilter, darunter einen Hahn zum Ablaſſen der Mutterlauge und darüber eine mit einer Thür dicht verſchloſſene Oeffnung zum Ausräumen des Salzes, und oben ein Rohr zum Entweichen der Luft. — Dieſe Einrichtung ſcheint mir in der That vor den gewöhnlichen, in Fig. 180 bis 185 gezeigten Salzfiltern vor den Pfannen, welchen letzteren man dann keine Seitenthüren geben wird, erhebliche Vorzüge zu haben.

Wenn man zwei Sodaöfen (oder andere Flammöfen) einander gegenüber anordnen muß, ſo daß die Arbeitsthüren beider auf denſelben Mittelgang gehen, ſo ſollte man dieſem eine Breite von mindeſtens 10 m geben. Dann wird jeder der beiden Ofenarbeiter den für ſein Gezähe nöthigen Raum von 4 m haben und noch ein mittlerer Raum von 2 m übrig bleiben. Nimmt man weniger, ſo werden nicht nur die Leute einander leicht in den Weg kommen, ſondern ſie leiden auch bei dem unvermeidlichen häufigen Oeffnen der Ofenthüren ſehr durch die ſie auch im Rücken beſtrahlende Hitze. Um dieſe zu mildern, ſollte der mittlere Gang womöglich beiderſeits in ein großes Thor ausmünden, das ſtets offen gehalten wird; gut iſt es auch, wenn ſich ein Dachreiter darüber befindet.

Die Arbeit im Sodaofen wird in folgender Weiſe vorgenommen. Die Beſchickung wird unter allen Umſtänden zuerſt auf den hinteren Herd (Vorwärmer) geſchafft, und auf dieſem einigermaßen geebnet; man wendet ſie auf dieſem Herde mit dem Spatel oder einer kleinen Krücke etwa zweimal um, um dem Feuer neue Theile derſelben zu exponiren. Hier wird die Maſſe nur vollſtändig ausgetrocknet und vorgewärmt; ein eigentliches Durcharbeiten derſelben wäre ſehr ſchwer und würde auch nicht viel nützen, da doch die Materialien erſt auf einander zu wirken anfangen, wenn das eine von ihnen zu ſchmelzen anfängt. Man läßt alſo eben die Miſchung auf dem hinteren Herd ſo lange verweilen, bis der vordere Herd, auf welchem inzwiſchen die vorhergehende Beſchickung der eigentlichen Schmelzung ausgeſetzt worden iſt, bereit iſt, ſie zu empfangen. Dies iſt nicht augenblicklich der Fall, nachdem die letzte Schmelze ausgezogen worden iſt, ſondern man läßt erſt eine Zeit lang das Feuer über den vorn leeren Ofen gehen, um ihn recht heiß zu machen; alsdann erſt wird die Beſchickung von dem hinteren Herde durch deſſen Arbeitsthür aus mit Spatel und Krücke hinübergeſchafft. Oft thut man dies nicht auf einmal, ſondern läßt noch etwa ein Drittel der Beſchickung hinten liegen, bis die anderen zwei Drittel recht heiß geworden und in theilweiſes Schmelzen gerathen ſind; erſt dann wird das letzte Drittel auch hinübergeſchafft. Auf dieſe Weiſe kann man die Miſchung beſſer bewältigen und das ſonſt leicht eintretende Ueberhitzen einiger Theile der Beſchickung verhüten; daher wird auch in vielen Fabriken, namentlich am Tyne, dieſe Art der Arbeit vorgezogen. Sobald der Vorwärmer leer iſt, wird er in der nächſten Pauſe, welche der Arbeitsherd ge-

ſtattet, mit friſchen Materialien beſchickt, entweder von oben durch den Fülltrichter, oder beim Fehlen eines ſolchen, ſeitlich durch die Arbeitsthür. Im letzteren Falle geht während des Eintragens viel kalte Luft mit in den Ofen ein und kühlt ihn nicht unbedeutend ab. Wo zwei Vorwärmer vorhanden ſind, wird die Ladung erſt von dem zweiten auf den Arbeitsherd, dann die nächſte von dem erſten auf den zweiten Vorwärmer geſchafft.

Die weſentlichſte Arbeit des Sodaſchmelzens findet jedenfalls auf dem vorderen, dem eigentlichen Arbeitsherde ſtatt, wo die Hitze eine ziemlich heftige Weißgluth erreicht. Gewöhnlich wird ſie zwiſchen Silber- und Kupferſchmelzhitze angegeben; Ferd. Fiſcher (Ber. d. deutſch. chem. Geſ. 9, 1559) hat mit dem Siemens'ſchen elektriſchen Pyrometer Temperaturbeobachtungen angeſtellt, und 10 Minuten nach der Neubeſchickung 713°, 30 Minuten ſpäter 779°, 15 Minuten ſpäter 874°, wieder 15 Minuten ſpäter, kurz vor dem Ziehen, 932° gefunden. Dies bezieht ſich alſo auf einen Sodaofen, in welchem eine Beſchickung von 150 kg Sulfat erſt in $1^1/_2$ Stunden fertig wird, während man in England dafür nur $^3/_4$ Stunden bis 50 Minuten braucht; die Temperatur in den engliſchen Oefen muß daher jedenfalls höher, als die von Fiſcher beobachtete ſein. Kolb (vgl. das Citat S. 399) hat über die zum Schmelzen der Soda nöthige Temperatur eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, bei denen freilich nicht, wie bei denjenigen von Fiſcher, pyrometriſche Beſtimmungen vorgenommen wurden, welche aber immerhin den Einfluß einer fortſchreitenden Temperatur ſehr deutlich machen; es ſoll über dieſe Verſuche ſpäter, bei Behandlung der Zuſammenſetzung der rohen Soda, Bericht erſtattet und hier nur bemerkt werden, daß Kolb einen Hitzegrad, welcher dem Schmelzpunkte des Silbers (alſo 960°) nahe liegt, als für das Gelingen der Operation am günſtigſten anſieht. Auch Hill's Beobachtungen ſollen dort näher erwähnt werden, wonach bei regelmäßigem Gange im Sodaofen die Schmelztemperatur des Natriumſulfats nicht erreicht wird, was ich jedoch entſchieden bezweifeln muß. Bei allen obigen Angaben iſt natürlich nicht außer Acht zu laſſen, daß das Siemens'ſche elektriſche Pyrometer keineswegs, wie man früher annahm, wirklich zuverläſſige abſolute Temperaturbeſtimmungen geſtattet.

Kurze Zeit, nachdem die Miſchung der intenſiven Hitze des Arbeitsherdes ausgeſetzt worden iſt, fängt ſie an ihre Beſchaffenheit zu ändern. Zunächſt erweicht das Sulfat an der Oberfläche der Maſſe, da wo es von der Flamme berührt wird, und es bilden ſich kleine Klumpen; ſoweit es in Schwefelnatrium verwandelt wird, kommt es zum vollen Schmelzen. Jetzt beginnt die eigentliche Arbeit des Schmelzers. Er muß mit ſeinen Gezähen, von denen in dieſem Stadium faſt nur der Spatel benutzt wird, die ſchmelzende Maſſe ſo bearbeiten, daß einmal keine größeren Klumpen von Sulfat, Koks ꝛc. entſtehen können, ſondern ſtets die geſchmolzene Maſſe mit friſchen, ungeſchmolzenen Materialien, namentlich das Schwefelnatrium mit Calciumcarbonat, in Berührung kommt; zweitens muß er allmälig alle Theile der Miſchung auf den nöthigen Hitzegrad bringen, was er dadurch bewerkſtelligt, daß er mit dem Spatel die oben befindlichen Theile nach unten und die unten befindlichen Theile nach oben bringt; die erſteren bleiben auch auf der Ofenſohle ſelbſt noch hinreichend weich, während die letzteren erſt bei unmittelbarer Berührung mit der Flamme zum theilweiſen Schmelzen kommen.

Während des Durcharbeitens muß natürlich die Arbeitsthür immer offen ſtehen, was unvermeidlich großen Wärmeverluſt mit ſich bringt, und ſchon aus dieſem Grunde, namentlich aber auch, weil die Arbeit viel zu anſtrengend iſt, um ſie ohne Pauſen verrichten zu können, wird immer nur einige Minuten durchgearbeitet, und dann etwa zehn Minuten lang bei zugemachter Arbeitsthür der Ofen weiterer Erhitzung überlaſſen, worauf ein zweites und drittes Durcharbeiten mit dem Spatel folgt; zwiſchen den beiden letzteren wird, wenn man vorher nur einen Theil der Miſchung aus dem Vorwärmer herabgezogen hatte, jetzt der Reſt der Miſchung nachgezogen.

Um die großen und ſchweren Gezähe beſſer handhaben zu können, ſind vor der Arbeitsthür ſtets entweder Rollen oder, in den engliſchen Fabriken, nicht drehbare, aber leicht auszuhebende horizontale Eiſenſtangen angebracht; die letzteren haben drei oder vier Vorſprünge nach oben, zwiſchen welche der Stiel des Gezähes eingelegt wird, und welche dabei als Stützpunkte einer hebelartigen Wirkung dienen. Die Arbeiter beſtreichen dieſe Auflegeſtangen gern mit Wagenſchmiere, um ein leichteres Gleiten der Gezähe darauf zu erreichen. Die letzteren müſſen ca. 1,5 m länger als die Ofenbreite ſein, damit der Arbeiter nicht gar zu dicht an den hellglühenden Ofen heranzukommen braucht; auch wird ihr Gewicht hinten noch durch einen an einer Kette vom Deckgebälk herabhängenden Haken getragen, ſo daß der Arbeiter meiſt nur das Hin- und Herſchieben und die Bewegung der Materialien aus eigener Kraft zu beſorgen hat, während ihm das Gewicht des Gezähes ſelbſt ſo gut wie ganz abgenommen iſt.

Fig. 190.

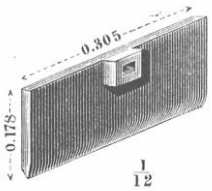
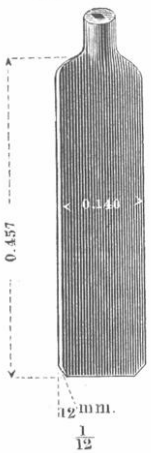


Fig. 191.



An Gezähe bekommt jeder Sodaſchmelzer am Tyne: Einen Spatel mit gußeiſernem Kopf (Fig. 191), mit Stiel von 3,65 m Länge, außer der Handhabe; vorn (am Kopf) iſt der Stiel auf 1 m Länge von 35 mm dickem Rundeiſen, im Uebrigen von 33 mm Dicke. Zwei Spatel mit ſchmiedeeiſernem Kopfe und ganz ähnlichen Dimenſionen (dieſe ſind leichter zu handhaben, aber nicht ſo haltbar in der halbflüſſigen Schmelze). Eine Krücke mit gußeiſernem Kopf (Fig. 190), Stiel wie oben. Eine leichte Krücke mit ſchmiedeeiſernem Kopf von 0,270 m Breite und 0,101 m Höhe; Stiel nur 22 mm dick. Außerdem zum Feuern eine Krücke mit 2,4 m langem und 22 mm dickem Stiel, eine Schürſtange (poker) 2,75 m lang, 50 mm dick, am Ende wie eine Brechſtange abgeflacht, zum Aufbrechen der Schlacken, einen Schlackenhaken mit ähnlichem Stiel wie die Krücke und eine Schaufel.

Die chemiſche Wirkung der Beſtandtheile der Sodamiſchung auf einander beginnt wahrſcheinlich erſt, nachdem die Maſſe theilweiſe in Fluß gekommen iſt. Ganz dünnflüſſig wird ſie zwar nie, ſondern nur breiartig, ſchon darum, weil der Kalk gar nicht ſchmilzt und auch die Kohle nur bäckt. Daher iſt keine Gefahr, daß die

Maſſe aus der Ofenthür herausläuft; ſchlimmſtenfalls wirft man eine Schaufel voll Aſche gegen deren unteren Rand auf den Boden der Thürplatte. Etwa eine halbe Stunde (die Zeiten ſind immer nach engliſcher Arbeitsweiſe gerechnet) nach dem Beginn des Arbeitens auf der Arbeitsſohle iſt die Maſſe hinreichend flüſſig geworden, und jetzt muß durch fleißiges Durcheinanderarbeiten die ganze Reaction in möglichſt kurzer Zeit durchgeführt werden. Nun vertauſcht der Arbeiter den flachen Spatel mit der nach unten gebogenen Rührkrücke, weil die Maſſe ihm jetzt weniger Widerſtand bietet, und arbeitet ohne Aufhören die Maſſe um, indem er ſie höchſt innig miſcht und zugleich allmälig mehr gegen die Thür hin zieht. Er fängt am beſten an der Feuerbrücke an und miſcht von dieſer nach dem Vorwärmer zu, und beginnt dann wieder an der Feuerbrücke, indem er nunmehr die Maſſe ſo gut wie möglich in die Mitte des Herdes, gegenüber der Arbeitsthür und näher an dieſe heran bringt.

In dieſem Stadium brechen eine Menge Gasblaſen (von Kohlenſäure) aus der Maſſe hervor, welche manchmal dadurch zu kochen ſcheint. Anfangs bemerkt man keine beſondere aus der Maſſe entweichende Flamme, aber allmälig wird die zuerſt ziemlich dünnflüſſige Maſſe wieder dickbreiiger, und die Gasblaſen, welche nun auch Kohlenoxyd enthalten, gehen jetzt wegen der größeren Zähigkeit der Maſſe bedeutend ſchwerer fort, ſo daß aus den einmal durch Platzen der Oberfläche geöffneten Stellen der Schmelze continuirlich kleine Flammenſtrahlen hervorbrechen, die durch das Natron der Beſchickung intenſiv gelb gefärbt, aber jedenfalls brennendes Kohlenoxyd ſind. Wie wir S. 397 bei Behandlung der Theorie des Vorganges geſehen haben, tritt das Kohlenoxyd erſt jetzt auf, während das früher entwickelte Gas nur Kohlenſäure war, alſo keine Flamme zeigen konnte. Dieſe ſpitzigen, langen Flammen führen in Lancaſhire den ſehr bezeichnenden Namen „Kerzen“ (candles; im Tyne-Diſtrict: pipes) und ihr maſſenhafteres Auftreten, zugleich mit dem Steiferwerden der Maſſe, zeigt den Augenblick an, wo man ohne weiteres Zögern die Schmelze ausziehen muß; zu warten, bis dieſe Flammenerſcheinung zu Ende geht, wie es manche Bücher bringen, wäre völlig verkehrt, und die Erklärung von Scheurer-Keſtner (S. 397) ſtimmt auch mit der hier geäußerten Anſicht vollkommen überein.

Die unbedingt feſtſtehende Thatſache, daß die Schmelze im Sodaofen zuerſt einen dünnflüſſigen Zuſtand durchmacht und erſt unmittelbar vor der Beendigung des Proceſſes viel dickbreiiger wird, war früher ſehr ſchwer zu erklären. In der erſten Auflage (S. 350) iſt die Vermuthung ausgeſprochen, daß die Dünnflüſſigkeit im früheren Stadium der Gegenwart von Schwefelnatrium zuzuſchreiben ſei. Dem konnte man aber entgegenhalten, daß notoriſch ſolche unvollkommen erhitzte, compacte, harte Schmelzen wenig Schwefelnatrium, aber viel Natriumſulfat enthalten. Daß letzteres für die Dünnflüſſigkeit verantwortlich zu machen ſei, konnte man nicht annehmen, ſo lange man auf Carnelley's Angaben für die Schmelzpunkte angewieſen war, nämlich 861° für Na_2SO_4 und 814° für Na_2CO_3. Auch die ſpäteren Beſtimmungen von Le Chatelier ergaben noch ganz ähnliche Zahlen, nämlich 867 und 810°. Hiernach hätte man im Gegentheil vermuthen ſollen, daß beim Uebergang des Natriumſulfats in das um etwa 50° niedriger ſchmelzende Natriumcarbonat die Maſſe erheblich dünnflüſſiger werden müſſe, während doch in

Wirklichkeit das gerade Gegentheil davon eintritt. Dieser Widerspruch ist nun in neuester Zeit durch die Ermittelung der Schmelzpunkte nach einer einwurfsfreien Methode (dem Luftpyrometer mit Verdrängung der Luft durch Salzsäuregas) von Victor Meyer und Riddle (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1893, S. 2449 u. 3100) gelöst worden. Es hat sich herausgestellt, daß Natriumsulfat bei 899°, Natriumcarbonat aber bei 1098° schmilzt; mithin muß ja natürlich bei Silberschmelzhitze (S. 442), also ca. 960°, das erstere Salz ganz dünnflüssig, das letztere aber höchstens zähbreiig sein.

Da während der letzten zehn Minuten der Sodaschmelzer sich überhaupt gar nicht vom Ofen entfernen kann und fortwährend mit der Krücke darin arbeiten muß, so muß schon vorher, oder aber durch einen Hülfsarbeiter, der eiserne Wagen, der die Schmelze aufnehmen soll, an die Arbeitsthür herangefahren worden sein, wo er gerade unter deren vorspringender Platte zu stehen kommt. Der Schmelzer, der gewöhnlich kurz vorher seine Krücke mit einer anderen, kalten, vertauscht und ihren Stiel, sowie die Auflegestange mit Wagenschmiere bestrichen hat, zieht jetzt unter erneutem kräftigen Durcharbeiten die breiige Masse in den Wagen, wobei sie, wenn die Schmelze gelungen ist, wenn also die Masse zähflüssig und doch nicht zu weit erhitzt ist, durch die Gasentwickelung hoch aufschwillt, ähnlich wie ein gährender Brotlaib über seine Form, und eine große Menge jener spitzen gelben Flammen aus ihr hervorbrechen. Wollte man, wie es oft in den Büchern vorgeschrieben ist, mit dem Ausziehen warten, bis die Flammenreaction ihrem Ende nahe ist, so würde man eine verbrannte, rothe Schmelze bekommen. Umgekehrt, wenn man die Schmelze zu wenig erhitzt, was entweder von zu frühem Ausziehen oder von unzulänglicher Hitze im Ofen herrührt, so bleibt sie überhaupt immer zu dünnflüssig, und auch dieser Punkt ist entschieden unvortheilhaft; man findet dann noch viel unzersetztes Sulfat in der Masse. Man rührt mit einer kleinen Krücke die Schmelze auch in dem Wagen noch einmal durch. In Außig (wo man in 24 Stunden 23 Schmelzen mit der ganz ungewöhnlich großen Quantität von 265 kg Sulfat macht) wird geradezu ein Theil des Processes in dem Auszugswagen vorgenommen; es wird nicht allein in diesem die Masse gründlich durchgerührt, sondern je nach Befund wird noch eine oder mehrere Schaufeln voll Kohle erst dort zugesetzt und mit eingerührt. Ueberhaupt geht jedenfalls ein erheblicher Theil der Reaction auch unter gewöhnlichen Umständen noch nach dem Ausziehen vor sich. — Péchiney hat erwiesen (Polyt. Journ. **231**, 341), daß die Verbrennung der Rohsoda weit weniger leicht eintritt, wenn die Mischungskohle auf ein Minimum beschränkt wird, und daß es sogar nöthig ist, etwas heißer und länger als bisher üblich zu arbeiten, um die Cyanverbindungen zu zerstören (vergl. weiter unten).

Es ist aber selbstverständlich, daß die oben gegebene Beschreibung die Sache nicht erschöpft. Der Schmelzer muß es gewissermaßen im Gefühle haben, wann die Schmelze fertig ist; zwei oder drei Minuten mehr oder weniger können sie verderben, ebenso zu viel oder zu wenig Feuer, zu viel oder zu wenig Zug, und man ist daher auf die Erfahrung, die Geschicklichkeit und den guten Willen der Schmelzer sehr angewiesen. Nicht als ob gerade vieljährige Erfahrung hier nothwendig wäre; es sind dem Verfasser häufig Fälle vorgekommen, daß ein Arbeiter von 15 oder 20 Jahren Erfahrung viel schlechtere Schmelzen zog, als ein intelligenter,

williger und ſtarker Mann, den man nur acht oder vierzehn Tage einem guten Schmelzer als Helfer beigegeben hatte, um die Sache zu lernen. Die Arbeit mit Kreide verlangt eine größere Hitze, als diejenige mit Kalkſtein; ſolche Arbeiter, welche an Kreide gewöhnt ſind, „verbrennen“ meiſt ihre Schmelzen in der erſten Zeit, wenn ſie in eine Fabrik kommen, wo mit Kalkſtein gearbeitet wird; im umgekehrten Falle ſchmelzen ſie nicht heiß genug und bekommen „weiche“, d. h. heiß dünnflüſſige, in der Kälte aber harte, nicht poröſe Schmelzen.

Eine der wichtigſten Hauptſachen bei der Sodaarbeit iſt das fleißige und gründliche Durcharbeiten der Maſſe; erſtens, um ihre Erhitzung gleichmäßig zu bewirken; alsdann, um die Theile der Maſſe mit einander in innige und verſchiedenartige Berührung zu bringen und die Reaction möglichſt vollſtändig zu machen. Daß beim fleißigen Durcharbeiten das Reſultat beſſer ſein wird, als im Gegentheil, iſt eigentlich völlig ſelbſtverſtändlich. Kolb (Citat S. 399) hat zum Ueberfluß noch directe Verſuche darüber angeſtellt, und bei Anwendung der gleichen Sodamiſchung von 106 Sulfat (= 100 Na_2SO_4), 101 Kreide (= 94 $CaCO_3$) und 53 Kohle (= 44 C) folgende Reſultate erhalten:

A. Gut umgerührt:

Rohe Soda 162,2 von 42°; 73,8 Sodaſalz von 88° Decr. beſtehend aus

$$\left.\begin{array}{l} 62{,}20\ Na_2CO_3 \\ 4{,}72\ Na_2O, \\ 1{,}12\ Na_2S, \\ 2{,}06\ Na_2SO_4. \end{array}\right\} = 72{,}2\ Na_2CO_3,$$

B. Schlecht umgerührt:

Rohe Soda 160 von 42°; 82 Sodaſalz von 82° Decr. Nämlich

$$\left.\begin{array}{l} 51{,}20\ Na_2CO_3 \\ 7{,}15\ Na_2O, \\ 4{,}58\ Na_2S, \\ 7{,}48\ Na_2SO_4. \end{array}\right\} = 63{,}4\ Na_2CO_3,$$

Auf der anderen Seite ſind freilich mit dem Umkrücken unvermeidliche Uebelſtände verbunden. Beim Offenſtehen der Arbeitsthür geht natürlich durch Einſtrömen von kalter Luft ſehr viel Wärme verloren; die Beſchädigung der Ofenſohlen durch die ſchweren Gezähe iſt ſehr ſtark; vor allem aber iſt die Arbeit eine ungemein mühſame und nur von ſehr ſtarken Männern, dabei auch nur mit ſehr beſchränkten Beſchickungsmengen, gehörig zu verrichten. Dies macht den Fabrikanten von den Arbeitern ſehr abhängig, da ſie bei Arbeitseinſtellungen nicht leicht durch friſch angelernte Leute zu erſetzen ſind; freilich iſt die Arbeit eine rein mechaniſche, und bei gehöriger Körperkraft, wie ſchon geſagt, in ſehr kurzer Zeit zu erlernen, aber gerade dieſes legt den Gedanken ſehr nahe, die theure Menſchenkraft überhaupt durch die billigere und zuverläſſigere Maſchinenkraft zu erſetzen, wie es in den rotirenden Sodaöfen geſchehen iſt, die unten beſprochen werden ſollen. Jedenfalls wird der Schmelzer nicht nach Tagelohn, ſondern nach Stück-

zahl und Qualität der gelieferten Schmelzen bezahlt; meiſt, was letztere betrifft, in der Art, daß für augenſcheinlich oder der Analyſe nach ſchlechte Schmelzen ein Abzug gemacht wird; manchmal auch direct nach der Grädigkeit der Rohſoda.

Wo erheblich größere Schmelzpoſten als 150 kg Sulfat mit entſprechender Kohle und Kreide verſchmolzen werden, alſo in den großen franzöſiſchen, früher auch in Deutſchland üblichen Oefen, da muß man eben mehrere Arbeiter anſtellen. Schon oben S. 430 iſt darüber Näheres angegeben, und iſt auch ausgeführt worden, daß dieſe Einrichtung gegenüber der engliſchen Schmelzarbeit mit kleineren, aber häufigeren Ladungen in jeder Beziehung, ſelbſt in Bezug auf Brennmaterialverbrauch, im Nachtheil ſteht. Statt ſechs größerer Ladungen macht man in England bei zwölfſtündiger Schicht je 24 Schmelzen in 24 Stunden, bei achtſtündiger Schicht 27 Schmelzen. Am Tyne ſind dieſe immer auf 150 kg Sulfat geſtellt, eher etwas mehr; in Lancaſhire findet man auch öfters kleinere Schmelzen von 125 kg Sulfat, macht aber auch einige mehr von denſelben im Tage.

Als Beiſpiele der Arbeitsweiſe auf dem Continent kann ich (aus 1878) anführen: 1. 18 Operationen zu 250 kg Sulfat, 2. 24 Operationen zu 170 kg Sulfat (dieſe Fabrik iſt faſt ganz nach engliſchem Muſter eingerichtet), 3. ? Operationen à 200 kg Sulfat, 4. 16 Operationen à 330 kg Sulfat (franzöſiſches Syſtem), 5. 10 Operationen à 540 kg Sulfat (gleichfalls franzöſiſches Syſtem); davon werden je 270 kg auf einmal ausgezogen.

Verſchiedene Verbeſſerungen des Schmelzproceſſes ſind vorgeſchlagen worden. Leighton (Engl. Pat., 12. April 1836) will Kreide und Kohlenklein in einer mit Ziegeln ausgelegten Eiſenpfanne, die den Boden eines Flammofens bildet, mit Durchleitung von Dampf erhitzen und das Sulfat erſt ſpäter darauf geben.

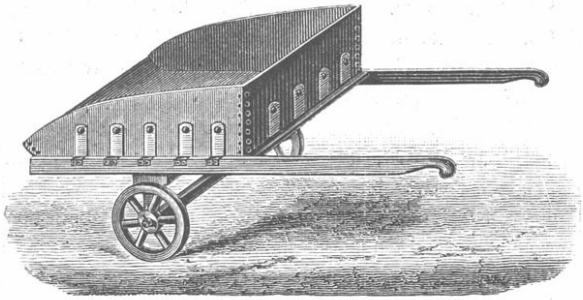
Stevenſon und Williamſon nahmen am 31. Dec. 1855 ein Patent, wonach zuerſt Kreide und Kohle mit einander erhitzt werden, und das Sulfat erſt eingeführt werden ſoll, wenn die anderen Materialien ſchon weit genug erhitzt ſind, damit die Zerſetzung bald eintreten kann. Die Vortheile des Verfahrens ſollten die ſein, daß weniger Sulfat durch den Zug weggeführt, weniger Soda durch „Hitze und Oxydation verflüchtigt“ wird, eine geringere Tendenz zur Bildung von Cyannatrium und anderen unangenehmen Verunreinigungen vorhanden iſt, und die entſtehende rohe Soda ſich leichter auslaugen läßt. Obwohl es ſich nicht leugnen läßt, daß wenigſtens einige dieſer Vortheile durch das Verfahren erreicht werden dürften, ſo hat es ſich doch in die Praxis bei Handöfen nicht eingeführt, jedenfalls weil dabei zu viel Zeit verloren geht; dagegen iſt es in den Händen der Erfinder das Mittel geweſen, die rotirenden Oefen auf den Punkt zu bringen, daß ſie ſich praktiſch einführen und dauernd behaupten konnten (vgl. unten).

Gaskell patentirte am 12. April 1875 den Vorſchlag, zuerſt nur das Sulfat auf den Herd des Ofens zu bringen und erſt, wenn dieſes geſintert iſt, Kreide und Kohle zuzuſetzen; dieſer Vorſchlag beruht auf einer Verkennung der Reaction im Sodaofen, für welche es gar nicht wünſchenswerth iſt, daß das Sulfat, wie es in jenem Falle geſchehen wird, in Stücke zuſammenbacke, und es wird dabei auch viel Verluſt durch Einſaugen deſſelben in die Ofenſohle entſtehen.

Die Verfahren von Mactear, sowie dasjenige von Péchiney und Weldon, welches letztere ganz neue Gesichtspunkte eröffnet und die Reihenfolge des Eintragens der Rohmaterialien wesentlich modificirt hat, sollen erst bei den rotirenden Sodaöfen besprochen werden, für die sie wesentlich bestimmt sind; doch ist namentlich das combinirte Péchiney-Weldon'sche Verfahren (Eintragen von etwas frischem Natriumsulfat und Kalksteinstaub zu Ende der Operation, zur Zerstörung der Cyan- und Schwefelnatriumverbindungen) auch für Handöfen anwendbar und daselbst vom größten Vortheil.

Der Zug der Sodaöfen muß sorgfältig regulirt werden. Vor allem muß man freilich genug Zug, also einen genügend hohen und weiten Schornstein und entsprechende Leitungscanäle haben — eine Bedingung, der namentlich in kleinen Fabriken durchaus nicht immer entsprochen wird, deren Vernachlässigung sich aber stets durch quantitativ und qualitativ ungenügende Arbeit rächt. Freilich darf man auch nicht zu viel Zug anwenden; dann wird einmal die Masse leicht gar zu heiß, es werden viel Kohlen unnütz consumirt, die Schmelzen „verbrennen"

Fig. 192.



leicht, und man verliert viel Sulfat durch mechanisches Fortreißen. In allen Fabriken sollte gerade darauf viel Gewicht gelegt werden, daß die Arbeiter ihre Zugregister nie selbst ändern dürfen. In einer Fabrik sah Verfasser die Arbeitsthür mit dem (vertical gestellten) Zugregister durch Rollen und Kette in der Art verbunden, daß beim Aufziehen der ersteren das letztere niederging; dadurch wird das gerade beim Umarbeiten viel leichter stattfindende Fortreißen von Sulfat durch den Zug und zugleich auch das Einströmen von kalter Luft verringert. Freilich wird dadurch die dem Arbeiter so lästige strahlende Hitze noch vergrößert.

Die eisernen Wagen, die man in England zum Ausziehen der Schmelze braucht, und die daselbst „bogies" genannt werden, sind in Fig. 192 dargestellt. Sie bestehen aus 6 mm starkem Kesselblech; die seitlichen Bleche sind mit dem höheren Endstück durch Winkeleisen verbunden; vorn dient nur eine Aufbiegung des Bodens zur Begrenzung des Kastens. Diese Form ist so gewählt, weil sich dabei erfahrungsgemäß die Brode nach dem Erstarren am leichtesten ablösen und ausstürzen lassen, indem man den Wagen mit dem vorderen Ende herabfallen läßt, die Handgriffe nach oben stößt und somit den Inhalt nach vorn überfallen läßt; allenfalls hilft man durch Schlagen mit einem Eisenstück auf den Boden

nach. — Die Käſten ſelbſt ſind für Schmelzen aus 150 kg Sulfat 0,94 m lang und 0,865 m breit; hinten 0,33 m und vorn 0,08 m tief. Der Boden iſt mit den Seiten durch Bänder verbunden, welche an den letzteren angenietet ſind und durch den erſteren mit einem angeſchmiedeten Schraubengewinde durchgehen, ſo daß ſie unter dem Boden durch Muttern befeſtigt werden können. Die Käſten ruhen auf einem ſtarken Rahmen (mit deſſen Langſeiten die Handgriffe gleich aus einem Stück ſind), aus Flacheiſen von 22 mm Breite und 50 mm Höhe; dieſer iſt vermittelſt zweier ſenkrechter Arme mit einer Achſe verbunden, deren cylindriſche Enden 37 mm ſtark ſind. Auf den letzteren ſitzen breite gußeiſerne Räder, 355 mm im Durchmeſſer und 63 mm breit, vorn von einem durch ein Loch der Achſe geſteckten Nagel gehalten. Die Achſe iſt nicht genau in der Mitte des Kaſtens, ſondern etwas mehr von ſeinem vorderen (niedrigeren) Ende entfernt angebracht, ſo daß er leichter nach vorn herüberfallen kann. Dieſe Wagen werden nicht wie Schiebkarren geſtoßen, wozu die Laſt zu ſchwer iſt, ſondern von dem Schmelzer an den Handgriffen *gezogen*, wobei, wenn die Hüttenſohle nicht mit Eiſenplatten belegt iſt, ein Hülfsarbeiter von hinten durch Stoßen mit einer Eiſenſtange hilft.

Die Sodaſchmelzen (Brode) werden aufrecht mit dem dünneren Ende nach unten zuerſt an eine Wand, die ſpäteren an die früheren angelehnt; man muß dafür Raum genug haben, um mindeſtens die Arbeit von zwei, beſſer von drei und mehr Tagen aufſtellen zu können. Man ſtürzt ſie aus den Wagen aus, ſobald ſie hinreichend erſtarrt ſind; gewöhnlich gerade ehe man den Wagen zum Ziehen der nächſten Ladung braucht, alſo etwa $^3/_4$ Stunden nach dem Ziehen der in ihm enthaltenen Schmelze.

Ueber den *Kohlenverbrauch zur Heizung eines gewöhnlichen Sodaofens* findet man ſehr verſchiedene Angaben. So wird z. B. aus der *Allhuſen*'ſchen Fabrik eine Menge von 650 kg für 1000 kg verarbeitetes Sulfat angegeben, und die eigenen Beobachtungen des Verfaſſers ergeben dieſelbe Zahl, ſogar nur bei Anwendung recht guter Feuerungskohle. Freilich ſind dabei nur die in England gebräuchlichen loſen ſchmiedeeiſernen Roſte zu verſtehen, bei denen ein großer Verluſt an durchfallender unvollſtändig verbrannter Kohle nicht zu vermeiden iſt, und es wird auch für obigen Betrag die ſämmtliche Verdampfungsarbeit der Laugen mit beſtritten. Wenn die engliſchen Fabriken ebenſo rationelle Feuerungsanlagen wie die Mehrzahl der continentalen beſäßen, ſo würden ſie, bei der häufig beſſeren Qualität ihrer Kohlen, ſicher bedeutend beſſere als die obigen Reſultate erzielen müſſen.

In *Payen*'s Précis von 1877, **1**, 460 findet ſich die Angabe, daß man bei gewöhnlichen Sodaöfen 540 kg, bei rotirenden 370 kg Kohlen pro Tonne Rohſoda braucht; dies würde 864 reſp. 592 kg Kohlen pro Tonne Sulfat entſprechen. (Die Angabe für Handöfen iſt jedenfalls viel zu hoch.)

Nach derſelben Quelle (S. 453) ſoll man in den großen Oefen von *Clément* für ſechs Ladungen à 935 kg Sulfat täglich 2800 kg Kohlen brennen. Dies wäre genau 50 Proc. des Sulfatgewichtes, alſo etwas weniger als bei den engliſchen Oefen; doch kann man für die Genauigkeit dieſer Angabe keine Bürgſchaft leiſten.

Nach F. Fiſcher (Ber. d. deutſch. chem. Geſ. **9**, 1559) verbrannte man in der Sodafabrik „Egeſtorff's Salzwerke“ für jede Ladung von 150 kg Sulfat auf einem Treppenroſte im Durchſchnitt 96 kg Kohle, alſo für 100 kg 64 kg, was mit den Allhuſen'ſchen und des Verfaſſers Reſultaten völlig übereinkommt; der rationellere Roſt ſcheint alſo dort keinen weſentlichen Unterſchied gemacht zu haben, wenn nicht etwa die Kohle ſchlechter war.

Nach perſönlich von mir im Jahre 1878 geſammelten Notizen würde man jetzt ſowohl in Deutſchland als auch namentlich in Frankreich bedeutend günſtiger arbeiten, als es obige Zahlen erſcheinen laſſen. So verbraucht z. B. eine rheiniſche Fabrik für 18 Operationen à 250 kg Sulfat, 2200 kg Saarkohlen einſchließlich der Abdampfung der Laugen, alſo nicht ganz 50 Proc. des Sulfats. Eine nahe gelegene Fabrik verbraucht allerdings von gleicher Kohle mehr, nämlich beinahe 59 Proc. vom Sulfate. Eine dritte deutſche Fabrik verbraucht auf 100 Thle. Rohſoda 21 bis 27, im Durchſchnitt ungefähr 23 Thle. Ruhrkohle; dies würde nach gewöhnlichen Annahmen über das Ausbringen an Rohſoda nicht einmal 40 Proc. Kohle vom Sulfat ergeben; es iſt daſelbſt eine Art Gasfeuerung vorhanden, welche den mechaniſchen Verluſt durch die Roſte ſehr zu verringern vermag. In franzöſiſchen Fabriken gab man mir an: 1. Auf 100 Rohſoda höchſtens 55 Kohle für Feuerung und Miſchung zuſammen; dies macht etwa 87 Kohle auf 100 Sulfat aus, wovon 32 bis 35 auf die Miſchung und der Reſt auf die Feuerung kommen. 2. Auf 100 Rohſoda 28 bis 30 Thle. Saarkohle (nur zur Feuerung), alſo 42 bis 45 auf 100 Sulfat. 3. Nach indirecten, ſehr beſtimmten Angaben, für deren Zuverläſſigkeit ich aber nicht bürgen kann, ſoll man in einer der beſten franzöſiſchen Fabriken nur 70 bis 75 Thle. Kohle auf 100 Sulfat für Feuerung und Miſchung zuſammen verbrauchen. Es iſt übrigens zu bemerken, daß nicht in allen Fällen genügend Hitze übrig bleibt, um alle Laugen zu verdampfen, und daß die niedrigſten Zahlen (z. B. die oben erwähnte von 40 Proc. des Sulfats bei Gasfeuerung) ſich auf dieſe Weiſe erklären.

Péchiney hat darauf aufmerkſam gemacht (Polyt. Journ. **231**, 342), daß es ungemein irrationell iſt, nach Art faſt ſämmtlicher engliſcher Fabrikanten bedeutend mehr Miſchungskohle als nöthig anzuwenden, um dadurch mehr Laugen verdampfen zu können; man macht dadurch aus dem Arbeitsherd einen Feuerherd, und läuft dadurch nur um ſo viel mehr Gefahr, „verbrannte Soda“ zu bekommen (ſ. u.).

2. Rotirende Sodaöfen.

Wie oben bemerkt, iſt die Arbeit im Sodaofen eine ungemein anſtrengende, und es iſt nicht immer leicht, ſich die erforderlichen Arbeitskräfte zu beſchaffen, was denn gerade deshalb oft zu übermäßigen Lohnforderungen und plötzlichen Arbeitseinſtellungen geführt hat. Dabei iſt doch die zu verrichtende Arbeit gar keine ſolche, welche man als „intelligente“ bezeichnen könnte; alles, was nöthig iſt, iſt ein gutes Umrühren der Miſchung und allerdings die richtige Beurtheilung des Punktes, wann man damit aufhören und die Schmelze ausziehen ſoll. Es iſt von vorn herein klar, daß der erſtere, bei weitem ſchwerere Teil der Arbeit, das Umrühren der Maſſe, viel beſſer und billiger durch Maſchinenkraft, als

durch Handarbeit bewältigt werden kann, und daß die einzige, freilich noch sehr schwierige, Frage diejenige der Construction eines passenden Apparates ist. Was den zweiten Theil, die Erkennung des richtigen Endpunktes der Operation, betrifft, so braucht man dazu vor allen Stücken keinen besonders starken, sondern nur einen intelligenten Mann oder Vorarbeiter, und dadurch, daß man mit Maschinenkraft sehr viel größere Partien als mit Handarbeit auf einmal bewältigen kann, wird erstens die Erkennung des richtigen Punktes erleichtert, und wird zweitens die Anzahl der Operationen so verringert, daß ein einziger darin geübter Mann mehrere Oefen bedienen kann, soweit es sich nur um Beurtheilung der Beendigung handelt.

Alles dies ist so klar, daß man mit dem größeren Aufschwunge der Sodafabrikation namentlich in England, wo man diese im größten Maßstabe betrieb und wo zugleich die Handarbeit von jeher am theuersten war, sich bald darauf legte, Maschinenbetrieb in diesem Felde einzuführen. Schon 1848 (27. Jan.) wurde von W. W. Pattinson ein Apparat patentirt, wobei der Sodaofen zwei kreisförmige Sohlen hatte, durch deren Centrum gußeiserne stehende Wellen gingen, welche unterhalb der Sohle in einem Lager rotirten; die Wellen waren durch einen Kranz von Mauerwerk davor geschützt, daß die Materialien mit hinunter gelangten. Sie trugen horizontale Querarme mit Rührpflügen, und um das Gußeisen vor dem Schmelzen zu bewahren, war sowohl in der senkrechten Welle als in den horizontalen Querarmen ein doppeltes schmiedeeisernes 25 mm weites Rohr eingegossen, durch welches beständig ein Strom kalten Wassers circulirte. Die Rührpflüge waren sehr sinnreich eingerichtet, um ein möglichstes Durcharbeiten der Masse zu bewirken, und konnten durch Umkehren der Bewegung zum Ausräumen der fertigen Schmelze aus dem Ofen benutzt werden. Wie man sieht, stimmte dieses Princip fast genau mit dem viel später von Jones u. Walsh für die Sulfatfabrikation (S. 179) benutzten Apparate überein.

Der Pattinson'sche Ofen wurde im Großen versucht, mußte aber bald wegen zu schneller Abnutzung der arbeitenden Theile aufgegeben werden, und soll daher hier nicht erst abgebildet werden.

Das richtige Princip, nämlich den Ofen selbst cylinderförmig zu machen und rotiren zu lassen, wurde am 13. April 1853 von Elliott und Russell patentirt (vergl. Polyt. Journ. **131**, 441). Dieser Ofen wurde auch bald nach seiner Erfindung in der Tennant'schen Fabrik bei Glasgow versucht, mußte aber wieder aufgegeben werden, weil er zu klein und unvollkommen construirt war, um mit der damals noch viel billigeren Handarbeit concurriren zu können. Auch zeigte sich die Schwierigkeit, daß die darin erhaltene Rohsoda steinhart war und sich selbst mit Anwendung sehr heißen Wassers nicht vollständig auslaugen ließ. Die Sache wurde jedoch von Stevenson u. Williamson (den Besitzern der großen Jarrow Chemical Works zu South-Shields) wieder aufgenommen und so lange verfolgt, bis sie erstens die Construction durch eine Menge von Verbesserungen im Einzelnen vervollkommnet und die Reparaturen auf ein Minimum herabgedrückt hatten, und bis sie zweitens die Art des Arbeitens selbst durch Einführung der schon oben (S. 447) erwähnten Abänderung so verbessert hatten, daß die Rohsoda sich besser auslaugen ließ. Indem sie nämlich zuerst die Kreide

und einen Theil der Kohlen einführten und einige Zeit der Hitze und Rotation des Ofens aussetzten, bis die Kreide theilweise in kaustischen Kalk übergegangen war, und dann erst das Sulfat mit dem Rest der Kohle eintrugen, und die Arbeit bis zum Schlusse fortsetzten, erreichten sie Folgendes: Der Aetzkalk blieb zum Theil noch in der Soda und verursachte, wenn diese mit Wasser zusammenkam, durch sein Löschen und Anschwellen ein Bersten der sonst steinharten Masse, so daß das Auslaugewasser viel leichter in sie eindringen und die Soda daraus ausziehen konnte. (Es ist übrigens gewiß, daß der größte Theil des zuerst gebildeten Aetzkalkes bei der späteren Erniedrigung der Temperatur durch Eintragen des Sulfats wieder in Calciumcarbonat übergehen wird; gerade darum ist Mactear's Verfahren vielleicht rationeller, worüber man unten vergleiche.)

Die von Stevenson u. Williamson angegebenen Vortheile des Cylinderofens sind folgende:

1. Die ununterbrochene Bewegung des Ofens bewirkt eine ganz gleichförmige Erhitzung seines Inhaltes, so daß kein Theil der Beschickung überhitzt, und der Verlust an Soda durch Verdampfung sehr vermindert wird.

2. Das Durcharbeiten der Beschickungsmaterialien geschieht, ohne daß der Ofen zur Einführung von Gezähen geöffnet wird, folglich ohne daß während des Durcharbeitens Luft durch den Ofen gesaugt wird, so daß in ihm immer eine sauerstofffreie Atmosphäre herrscht[1]).

3. Da der Ofen in derselben Zeit viel mehr Arbeit als ein mit Handarbeit betriebener verrichtet, so genügt eine kleinere Anzahl geschickter Arbeiter; die Gefahr schlechter Arbeit wird vermindert, und eine vollständigere Zersetzung des Sulfats durch die vollkommenere Mischung bewirkt.

4. Der Verlust von Soda durch Absorption in der Ofensohle fällt weg, und da bei dem Durchmischen keine Gezähe benutzt werden, so wird die Oberfläche der Ziegelfütterung viel weniger durch die Arbeit angegriffen, als die Sohlen gewöhnlicher Handflammöfen.

In der Praxis hat es sich herausgestellt, daß man wegen der besseren Durchmischung und Zersetzung des Sulfats eine stärkere Soda gewinnt. Während man bei Handöfen nur im besten Fall 99 Proc. des Sulfats zersetzt, ist dies beim Cylinderofen regelmäßig der Fall; oft noch mehr. Dagegen war freilich lange Zeit noch die mechanische Beschaffenheit der rohen Soda ein Stein des Anstoßes, welcher es sogar bewirkte, daß manche Fabriken die schon eingeführten Cylinderöfen wieder aufgaben. Einmal hatte man anfangs nicht Uebung genug darin, den richtigen Zeitpunkt zur Beendigung des Processes genau zu treffen; die Schmelze wurde daher meist überhitzt und schon darum zu dicht und zu schwer auszulaugen. Dann aber bringt gerade das so viel vollkommenere Durcharbeiten beim Rotiren im Cylinderofen es mit sich, daß das Gas aus der Masse schon

[1]) Bei den Versuchen von Fr. Fischer (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 9, 1559) fand sich stets Sauerstoff in der Ofenluft vor, auch bei geschlossener Thür, meist 6 bis 7 Proc.; nur einmal fiel der Sauerstoff auf 3,3 Proc. Von Kohlenoxyd fand sich nur einmal eine zweifelhafte Spur, unmittelbar nach dem Schüren des Feuers, vor; dabei noch 7,6 Proc. Sauerstoff. Allerdings waren diese Versuche nur mit Handöfen gemacht.

im Ofen ſelbſt faſt ganz ausgetrieben wird, und die Maſſe nicht blaſig und porös, wie die Handſchmelze, herauskommt. Dadurch wird ſie eben ſehr ſchwer auszulaugen, und man erlitt anfangs immer einen größeren Verluſt an Natron als bei der Handſchmelze. Die unermüdlichen Verſuche des Herrn J. C. Stevenſon brachten es aber endlich dahin, neben Vervollkommnungen der mechaniſchen Conſtruction auch die Arbeit im Ofen und die Auslaugungsmethode ſo zu verbeſſern, daß allmälig alle Schwierigkeiten beſiegt wurden. In Lancaſhire wurden die erſten Drehöfen neueren Syſtems, die wirklich zu bleibender Arbeit kamen, erſt im Jahre 1868 gebaut. Noch im Jahre 1869, als der Verfaſſer über die rotirenden Sodaöfen eine Mittheilung machte (Polyt. Journ. **194**, 229; Wagner's Jahresb. f. 1871, S. 230), mußte er berichten, daß die Frage, ob Handöfen oder Cylinderöfen beſſer ſeien, noch nicht ſpruchreif war; daß damals der größere Theil der Fabrikanten am Tyne ſelbſt, alſo in unmittelbarer Nachbarſchaft der Erfinder, noch nichts von den Cylinderöfen wiſſen wollte, und daß das Urtheil ſelbſt ſolcher, welche ihn benutzten, ihnen im Allgemeinen nicht günſtig war; daß wenigſtens die einzige damals mit Sicherheit feſtgeſtellte Erſparniß, die des Arbeitslohnes, die Zinſen des viel höheren Anlagecapitals kaum deckte.

Seit jener Zeit indeſſen hat der Cylinderofen ſolche Fortſchritte gemacht, daß der Verfaſſer in einem neueren Berichte von 1874 (Polyt. Journ. **215**, 67) ſchon conſtatiren konnte, daß man mit den Cylinderöfen jetzt entſchieden nicht nur beſſer, ſondern auch billiger als mit Handöfen arbeite. Sämmtliche größeren engliſchen Fabriken werden ſchon längſt nur mit Drehöfen betrieben und beſitzen Handöfen nur zur Aushülfe bei Reparaturen oder für plötzliche größere Herſtellungen.

Auf dem Continente führten ſich die Drehöfen viel langſamer ein, zuerſt in Frankreich bei Kuhlmann, Malétra und Péchiney, erſt ſpäter in Chauny, wo ſie aber jetzt allein herrſchend ſind. In Deutſchland ging Pauli in Rheinau, in Oeſterreich Hruſchau vor. Seitdem ſind die anderen größeren Fabriken nach gefolgt, trotz der großen Koſtſpieligkeit der Anlage und des Umſtandes, daß die Erſparniß an Arbeitslohn nicht ſo ſehr wie in England ins Gewicht fällt.

Eine genaue Abwägung der Vortheile des Drehofens gegenüber denen des Handofens giebt auf Grund ausgedehnter Erfahrungen Stuart, Director der Tennant'ſchen Fabrik in Hebburn (Journ. Soc. Chem. Ind. 1884, p. 607). Die Erſparniß an Arbeitslohn beträgt bei dem Drehofen 2 sh. auf die Tonne Soda, wovon aber 1 sh. für Mehrkoſten an Reparaturen abgezogen werden muß. Größer iſt der indirecte Vortheil, der ſich aber ſchwierig in Geld ausdrücken läßt; er beſteht namentlich in guter Zerſetzung des Sulfats und in Folge davon in größerer Reinheit der Soda und beſſerem Ausbringen. Ein „Verbrennen" der Beſchickung, wie es bei Handöfen oft vorkommt, kann bei Drehöfen nicht eintreten. Da bei dieſen viel weniger Arbeiter als bei Handöfen beſchäftigt ſind, ſo iſt die Ueberwachung viel leichter. Eine Erſparniß an Kohlen und Kalkſtein iſt nicht vorhanden, und die Reparaturkoſten ſind, wie ſchon erwähnt, ſogar höher als bei Handöfen; aber die erwähnten indirecten Vortheile haben doch in allen größeren Fabriken den Sieg der Drehöfen entſchieden.

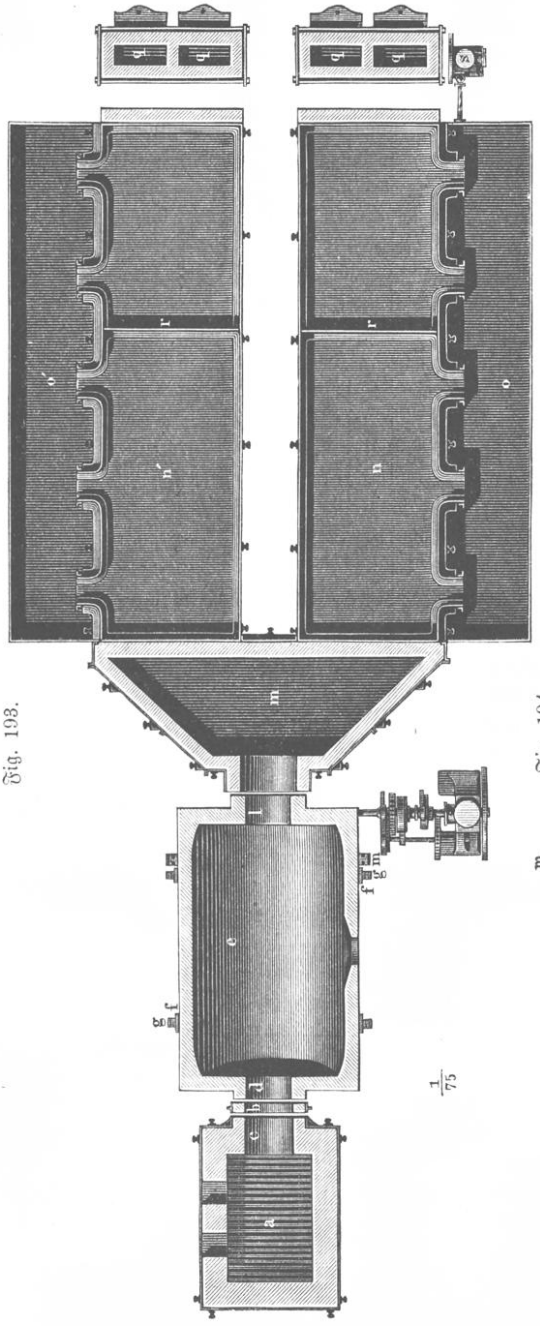


Fig. 193.

$\frac{1}{75}$

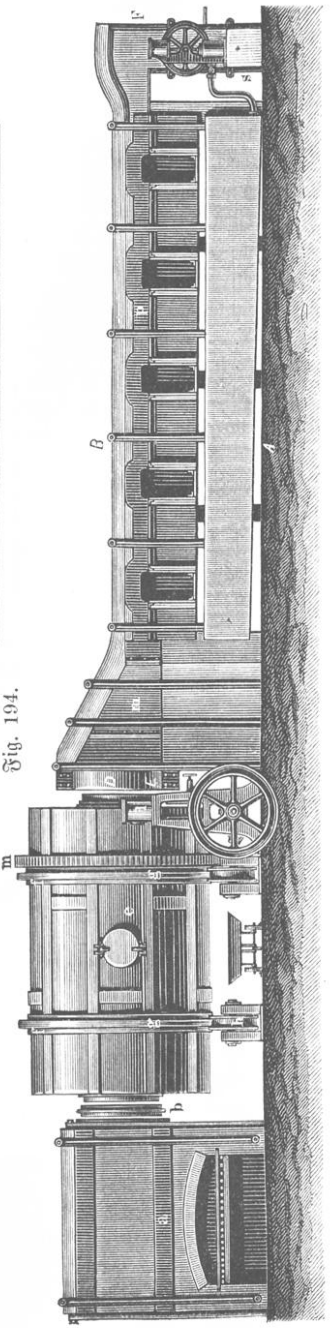


Fig. 194.

E. K. Muspratt (Journ. Soc. Chem. Ind. 1886, p. 409) schätzt die Leistung eines solchen Drehofens gleich der von 10 Handöfen mit 40 Mann Bedienung, und die Zersetzung um 10 bis 15 Proc. besser als bei Handöfen.

In Bezug auf die älteren Formen des rotirenden Sodaofens sei verwiesen auf die Encyklopädie von Stohmann-Kerl (3. Aufl. 5, 337), auf den Hofmann'schen Bericht von 1882, S. 22 (auch Wagner's Jahresb. 1863, S. 216), auf die Veröffentlichungen von Lamy (Bull. Soc. d'Encour. 1869, p. 435; Wagner's Jahresb. 1869, S. 175), Lunge (Polyt. Journ. **194**, 229; **215**, 67; Wagner's Jahresber. 1871, S. 230; 1875, S. 372), Lemoine (Bull. Soc. d'Encour. 1873, p. 359; Wagner's Jahresb. 1873, S. 257).

Fig. 195.

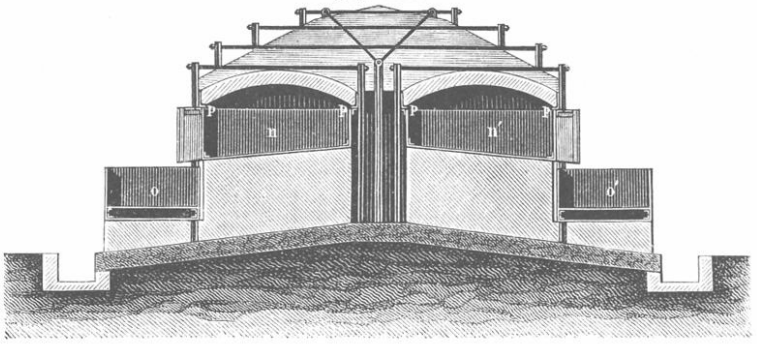
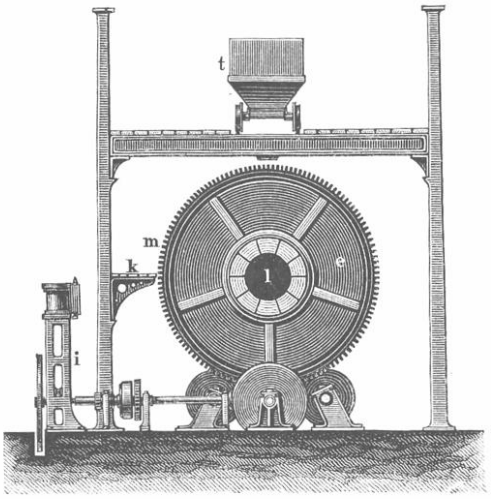


Fig. 196.

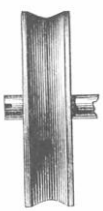


Hier seien nur zwei der neuesten Constructionen abgebildet und beschrieben, nämlich erstens ein Ofen mit gewöhnlicher Rostfeuerung, wie er von Carrick und Wardale in Gateshead in einer ganzen Reihe von Exemplaren für Fabriken am Tyne ausgeführt worden ist, und ein Ofen mit Gasfeuerung, gebaut von R. Dagliſh u. Comp. in St. Helens für mehrere Fabriken in Lancashire.

Der erstere Ofen ist dargestellt in Fig. 193 bis 196. Fig. 193 stellt einen Horizontalschnitt nach der Linie *CDEF* der nächsten Figur vor; Fig. 194 einen Längsaufriß; Fig. 196 eine Ansicht des Cylinders selbst von hinten; Fig. 195 einen Querschnitt durch *AB* des Aufrisses.

a iſt der Feuerraum, 1,524 m breit, 2,133 m lang und 2,285 m hoch von den Roſtträgern bis zu den Widerlagern des Deckgewölbes. Wegen ſeiner großen Dimenſionen hat er zwei Arbeitsthüren zur Beſchickung; die Bedienung des Roſtes erfolgt nur von unten, wo ein offener Raum dazu ausgeſpart iſt (Fig. 194). Nach dem Cylinder zu hat der Feuerraum eine kreisrunde Oeffnung *c* von 0,83 m lichter Weite, durch welche die Flamme nach dem Ofen gelangt. Vorher aber paſſirt ſie das ſogenannte „Auge“ *b*, nämlich einen mit Kette, Haken und Flaſchenzug aufgehängten, mit Verſtärkungsrippe verſehenen Ring von Gußeiſen, 1,37 m im Durchmeſſer, gefüttert mit feuerfeſten Steinen (wie bei Fig. 193 und 194), ſo daß ebenfalls eine lichte Weite von 0,83 m bleibt. Dieſem „Auge“ entſpricht dann wieder eine ähnliche Oeffnung *d* in dem Cylinderofen *e* ſelbſt. Das „Auge“ ſchließt nicht dicht an die Kreisöffnungen *c* und *d* an, ſondern es bleibt auf jeder Seite ein Spielraum von etwa 25 mm. Auf der Seite des Cylinders iſt an und für ſich ein kleiner Spielraum nöthig, um ſeine Umdrehung zu ermöglichen und etwaige Stöße bei derſelben nicht auf den Feuerraum fortzupflanzen; man hat aber auch abgeſehen davon gefunden, daß ein ſolcher Zwiſchenraum nöthig iſt, um die erforderliche Hitze in dem Ofen hervorzubringen — vermuthlich deshalb, weil bei der großen Tiefe des Feuerraumes ſehr viele unvollſtändig verbrannte Gaſe durch den Fuchs *c* gehen, welche einer Luftzufuhr zur Verbrennung bedürfen. Uebrigens iſt ein gewiſſer Spielraum bei der Einrichtung des Cylinders ſchon darum nöthig, weil der letztere ſich beim Erhitzen ziemlich ſtark ausdehnt. Da das „Auge“ ſich ſehr ſchnell durch Ausbrennen ſeines Futters abnutzt (weshalb es eben beweglich gemacht iſt), ſo muß ſtets ein Reſerveauge zum ſofortigen Einſchieben bereit ſein.

Fig. 197.



Der Cylinder *e* ſelbſt beſteht aus einem Mantel von 13 mm ſtarkem Keſſelblech, 4,725 m lang, 3,10 m im Durchmeſſer (inwendig gemeſſen). Die Nähte der einzelnen Bleche ſind, wie es der Aufriß zeigt, gegen einander verſetzt (nicht durchlaufend); die Bleche ſtoßen ſtumpf an einander, mit über den Stoß gelegten Verbindungsſtreifen und doppelter Vernietung. Die beiden Enden ſind durch T-Eiſen und Blechzwickel ſtark verſteift. Auf dieſem Mantel ſind zwei ſtarke gußeiſerne, ausgebohrte und abgedrehte Ringe von Gußeiſen *ff* als Verſtärkung und Träger für die Bandagen (tires) angebracht. Die Bandagen *gg* ſelbſt ſind 0,152 mm breit, 50 mm dick, aus einem einzigen Stücke Gußſtahl gemacht, gut ausgebohrt, auf die gußeiſernen Sitze *ff* warm aufgezogen (shrunk on), auf denſelben noch außerdem mit abgedrehten coniſchen Bolzen befeſtigt, und ſchließlich ſo abgedreht, daß ſie auf den V-Scheiben *hh* laufen können. Letztere ſind in Fig. 197 noch beſonders im größeren Maßſtabe abgebildet; ihre Ränder ſind zwiſchen den Flantſchen 178 mm breit und in der Mitte um 7 mm vertieft, ſo daß im Querſchnitt die Form eines ſehr flachen V herauskommt. (In der Zeichnung iſt dies etwas übertrieben.) Der Zweck davon iſt der, daß der Ofen auf den Frictionsſcheiben *hh* ganz genau und ohne ſeitliche Bewegung läuft. Früher, als man die gewöhnlichen oder etwas coniſchen Eiſenbahnradreifen benutzte, zeigte es ſich, daß beim Rotiren der Ofen etwas ſeitlich hin- und herrückte, bis er an den

Flantſch (Radkranz) anſtieß, und dies verurſachte natürlich viel Unbequemlichkeiten und Reparaturen. In Lancaſhire wendet man eine der Scheiben mit doppeltem Radkranz, die andere ganz glatt, beide mit ebenen Laufflächen an, aber auch hier zeigt ſich der (durch die V-Scheiben vermiedene) Uebelſtand, daß der Ofen hin- und herrückt, bis er an den Flantſchen anſtößt.

Früher machte man die Bandagen, weil die aus einem Stücke beſtehenden, warm aufgezogenen, ſich durch die abwechſelnde Ausdehnung und Zuſammenziehung leicht lockerten und die Bolzen zum Abbrechen brachten, zuweilen aus Segmenten mit diagonalen, abgeſchliffenen Stößen; die Befeſtigungsbolzen hatten darin verſenkte Köpfe und gingen durch ein oblonges Loch in dem gußeiſernen Verſtärkungsringe *f*; dadurch konnte eine Expanſion ohne Springen der Bolzen ſtattfinden. Aber auch dieſes Syſtem hatte große Uebelſtände, und es wurde daher durch die gußſtählernen, in einem Stücke aufgezogenen Bandagen erſetzt.

Die Frictionsſcheiben *hh* ſind entweder aus Gußſtahl, ausgebohrt und abgedreht, oder aus Hartguß mit abgeſchmirgelter Peripherie. Sie ſind wie Eiſenbahnräder central ausgebohrt und mit 113 mm ſtarken ſchmiedeeiſernen feſt darin ſitzenden Achſen verſehen, welche auf beſonderen an das Fundament angebolzten, ſehr ſtarken Lagerböcken in bronzenen Lagerſchalen rotiren. Zur Fundamentirung der Lagerböcke, der Maſchine und des Vorgeleges dienen ſehr ſtarke hohl gegoſſene Gußeiſenträger, welche feſt zuſammengebolzt und mit dem aus großen Steinblöcken oder noch beſſer aus Cement-Beton in einem Stücke beſtehenden, höchſt ſoliden Fundament in der Weiſe verbunden ſind, daß das Ganze ein einziges und unveränderliches Bett bildet. In anderen Fällen wählt man eine Gußplatte von 63 mm Dicke, welche in mehreren Stücken gegoſſen iſt, die durch warm aufgezogene Reifen zuſammengehalten und durch 37 mm ſtarke Bolzen auf dem Steinfundament befeſtigt werden.

Die dazu gehörige ſtehende Dampfmaſchine *i* hat einen Cylinder von 0,312 m Durchmeſſer und 0,355 Hub; ſie iſt mit doppeltem Vorgelege verſehen, ſo daß man durch einen einfachen Hebelgriff entweder eine Umdrehung des Ofens in vier Minuten, oder fünf Umdrehungen in einer Minute (gewöhnlich wird nur eine Umdrehung pro Minute auch für die ſchnelle Bewegung genommen) bewirken, oder auch durch Umſteuerung die entgegengeſetzte Umdrehung hervorrufen kann. Die betreffenden Hebel und Handräder ſind ſämmtlich von einer Plattform *k* aus zugänglich, welche ſich am hinteren Ende *l* des Ofens befindet. Die Ein- und Ausrückung wird durch eine ſtarke Frictionskuppelung bewirkt. Jeder Cylinderofen muß ſeine eigene Maſchine haben, weil man ſonſt ſeine Bewegungen nicht mit hinreichender Sicherheit beherrſcht.

Das Vorgelege wirkt auf das Zahnrad *m*, welches um den Cylindermantel herumgeht, und an ihm durch Lappen und Schraubenbolzen unverrückbar feſt gemacht iſt. Es wurde früher öfters in mehreren zuſammengeſchraubten Segmenten conſtruirt, neuerdings aber meiſt aus einem Stücke gegoſſen. Die ſchnelle Bewegung wird direct von dem Krummzapfen durch eine Welle erhalten, an der eine Schraube ohne Ende angebracht iſt, welche in das große Zahnrad eingreift; die langſame Bewegung erhält man durch Verſchieben der Frictionskuppelung, ſo daß das reducirende Vorgelege zwiſchen die Hauptwelle und das große Zahnrad eintritt.

Inwendig ist der Cylinder mit einem Futter aus den besten feuerfesten Steinen versehen, welches in der Mitte 0,229 m stark ist, aber nach den Enden zu stärker wird (0,48 m), so daß das Innere des Cylinders die Gestalt eines Fasses gewinnt. Diese Anordnung ist getroffen, um namentlich beim Ausleeren der Schmelze nichts in den Ecken sitzen, sondern alles durch das Mannloch auslaufen zu lassen. In dem Ziegelfutter sind zwei horizontal der Länge des Cylinders nach laufende Reihen in Chamotteblöcken angebracht, welche im Centrum 0,35, an den Enden 0,23 m über das Futter herausragen und „Brecher" genannt werden; indem beim Rotiren die Beschickung an diese Brecher anstößt und sie passiren muß, wird sie gründlich gemischt und alle ihre Theile werden dem Feuer ausgesetzt; die Brecher lassen die Masse gewissermaßen in Cascadenform herabfallen. Das Mannloch ist 0,457 m im Durchmesser und durch einen eisernen Deckel verschlossen, welcher durch Antreiben eines oder zweier Keile hinreichend dicht gemacht wird; man kann diese Keile von oben losschlagen, wenn der Cylinder entleert werden soll, und den schon vorher mit seiner Handhabe an einer Kette aufgehängten Deckel abheben.

Der Eintrittsstelle der Flamme gegenüber liegt in der entsprechenden Endwand des Cylinders die Austrittsöffnung *l*, von gleicher Größe wie *d*. Sie communicirt, aber ohne ein „Auge", mit der Flugstaubkammer *m* — ein Apparat, der bei dem heftigen Zuge in den Cylinderöfen nicht zu umgehen ist, und der auch groß genug gemacht wird, um von daher zwei parallellaufende Abdampfpfannen *n* und *n'* zu bestreichen. Die Flugstaubkammer hat eine Länge von etwa 2 m, eine Breite zunächst dem Ofen von etwa 2 m, an der den Pfannen zugekehrten Seite von 5,5 m (im Lichten) und eine Höhe von 3,35 an der Ofenseite, von 2,30 m an der Pfannenseite; oben ist sie durch ein sich gegen die Pfannen absenkendes Gewölbe bedeckt, an den Seiten durch Gußplatten, Säulen und Zugstangen stark verankert.

Die Abdampfpfannen haben jede eine Länge von 8,5 m, eine Breite von 2,44 m und eine Tiefe von 0,837 m an der vorderen, von 0,610 m an der hinteren Seite; ihr Boden ist also nach vorn geneigt, zum leichteren Herausschaffen des Salzes. Sie haben jede fünf Arbeitsthüren. Das Gewölbe über ihnen wird durch ein besonderes Gußstück *pp* getragen. Hinten geht dann das Feuer durch je zwei Züge *qq* mit Registern zur Zugregulirung in den Schornstein. Da die rotirenden Oefen sehr starken Zug brauchen, so giebt man gewöhnlich etwa je zweien ihren eigenen Schornstein von etwa 1,8 m Durchmesser und 30 m Höhe.

Häufig findet sich auf dem Pfannengewölbe noch eine offene Blechpfanne zum Vorwärmen der Laugen, aus welcher die eigentlichen Verdampfpfannen *nn'* erst gespeist werden.

Häufig sind die Abdampfpfannen durch eine Querscheidewand *r* in zwei ungleiche Abtheilungen getheilt; die größere, vordere, dient zur Verdampfung der frischen Sodalaugen; die kleinere, hintere, dagegen zur Verdampfung der aus dem Salzfilter heraufgepumpten Mutterlaugen. Man kann durch diese Trennung in der ersten Abtheilung eine vorzüglich starke Soda (bis 96 Proc. stark) erhalten; die hintere Abtheilung giebt noch 85- bis 90procentige Soda. Manche

der ſorgfältigſten Fabrikanten bekommen ſämmtliche Revolveraſche 96 Proc. ſtark; andere behaupten ſogar 98 Proc. zu bekommen, aber bei der notoriſchen Unzuverläſſigkeit der „Liverpooler“ Analyſen iſt dies nicht als ſicher anzunehmen.

Bei ganz großen Oefen habe ich Pfannen von 30 m Länge geſehen, und zwar mit ſattelförmigem Boden. Auch habe ich Thelen'ſche Pfannen (Cap. 12) angehängt gefunden.

Vor den Pfannen ſtehen die Salzfilter *oo*, von derſelben Länge wie die Pfannen, 1,52 m breit, 0,61 m tief bis zu dem durchlöcherten Doppelboden, und unter dieſem am einen Ende noch 0,15, am anderen 0,35 m tief; der untere Raum ſteht mit der Pumpe *s* in Verbindung (hier als Dampfpumpe conſtruirt), welche die durch den Siebboden abfließenden Mutterlaugen wieder in die hintere Abtheilung der Verdampfpfannen zurückſchafft. Um auch das Salz aus den beiden Abtheilungen getrennt halten zu können, müſſen in dem Salzfilter ähnliche Scheidewände, wie in den Pfannen, vorhanden ſein. Vgl. hier auch die neue, von Stevenſon patentirte Einrichtung der Salzfilter, S. 440.

Ueber die rotirenden Oefen läuft eine beſondere Eiſenbahn, getragen von beſonderen Trägern, welche auf Conſolen der das Dach ſtützenden Säulen ruhen, wie es Fig. 196 deutlich zeigt. Auf dieſen laufen die eiſernen Wagen *t*, welche die Beſchickung enthalten, und vermittelſt eines temporär aufgeſetzten Trichters in den für dieſen Zweck mit dem offenen Mannloch nach oben geſtellten Cylinder einſchütten. Zur Füllung dieſer Wagen iſt gewöhnlich eine beſondere Maſchine mit Aufzug vorhanden, wenn man nicht Niveaudifferenzen benutzen kann. Um alles dieſes unterbringen zu können, muß das Gebäude von der Sohle bis zum Dachgebälk 9 m hoch ſein.

Eine andere, kleinere Eiſenbahn läuft unter dem Cylinderofen, ſenkrecht zu ſeiner Achſe fort; auf dieſer ſtehen die Entleerungswagen, durch Kuppelungen mit einander verbunden, in einer fortlaufenden Reihe, und werden beim Umſtürzen des Cylinders einer nach dem anderen gefüllt, indem man ſie mittelſt einer um eine ſtehende Welle (Erdwinde) gehenden Kette langſam unter dem Ofen wegzieht. Die Wagen [Fig. 198 und 199 a. f. S. (die eingeſchriebenen Maße ſind engliſche)] ſind ſo gebaut, daß ihre oberen Ränder dicht an einander ſtoßen, wie es Fig. 201 und 202 zeigen, damit von der Schmelze nichts zwiſchen ihnen verloren gehe. Es ſind von dieſen Wagen etwa 12 für jede Füllung des Ofens erforderlich. Sie ſind am Boden 1 m breit und 0,685 m lang, oben 1,3 m breit und 1 m lang und 0,229 m tief, ſo daß ſie Kuchen von letzterer Dicke liefern.

Die Koſten eines Drehofens von obiger Größe mit Dampfmaſchine kann man auf 40000 Mk. anſchlagen. Dazu kommt noch etwa 2000 Mk. für Fundament, 10000 Mk. für Verdampfpfannen und Salzfilter und 4000 Mk. für Mauerwerk; die Koſten für Eiſenbahn, Kippwagen, Gebäude und Schornſtein ſind hier nicht einbegriffen.

Ein mit Gas geheizter rotirender Ofen, wie er von R. Dagliſh u. Comp. in der Fabrik der Britiſh Alkali Comp. (Sullivan u. Comp.) zu Widnes

errichtet worden ist, ist in Fig. 200 bis 202 dargestellt. Der Cylinder hat hier 2,743 m im Durchmesser auf 4,87 m Länge. Er wird von einer achtpferdigen Dampfmaschine getrieben, und zwar entweder so, daß man eine Umdrehung in 20 Minuten oder in einer Minute machen kann. Die Erhitzung erfolgt durch Generatorgas, welches in dem betreffenden Falle durch Siemens'sche Generatoren erzeugt wird. *AA* zeigt den Gascanal, *BB* das Einlaßventil und die Fortleitung des Gases, *CC* den Verbrennungsraum, *DD* die Einströmung für die erhitzte Luft, *E* den Expansionsring (das Auge). *FF* ist der Cylinderofen selbst, *G* seine Mannlochthür; *II* die Frictionsrollen, *HH* die Frictionsringe (Radreifen); *JJ* die Fundamentträger, auf starken Bindeplatten *KK* sitzend. *LL* sind die zur Aufnahme der entleerten Schmelze dienenden Wagen; *MM* die Dampfmaschine, welche den Cylinder umdreht und zugleich auch die Entleerungswagen *LL* fortbewegt (diese Bewegung wird sonst meist durch Handarbeit vermittelst einer Erdwinde verrichtet); *NN* der Luftcanal, durch welchen die von der Abhitze des Ofens geheizte Luft in den Verbrennungsraum geht; *OO* der gußeiserne Erhitzungsapparat für dieselbe.

Fig. 198.

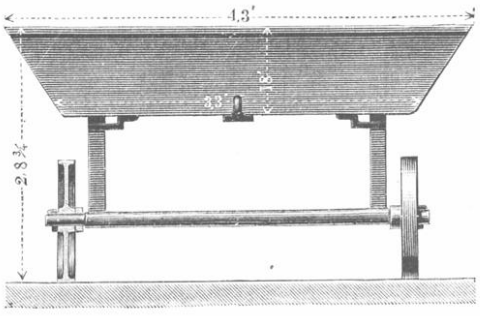
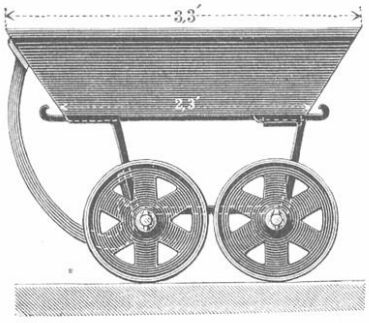


Fig. 199.



Die Gasheizung hat sich übrigens in der hier gezeichneten Art nicht als ökonomisch vortheilhaft bewährt und ist wieder aufgegeben worden; dies liegt aber sicher nicht am Principe der Gasheizung selbst, sondern nur an Unvollkommenheit der speciellen Einrichtung. Namentlich geht dies daraus hervor, daß man zuweilen nicht die nöthige Hitze herausbekam (Weldon, Chem. News. 38, 137), was doch sicher bei einer rationellen Gasfeuerung zu erreichen gewesen wäre!

Wigg (Engl. Pat. Nr. 2259, 1880) verbessert die Generatorfeuerung von Soda-Drehöfen durch Zufuhr von heißer Secundärluft (ein allbekanntes Princip!)

Pauli's Vorschlag (Engl. Pat. Nr. 3825, 1879; Chem. Ind. 1880, p. 354) kann als eine Halbgasfeuerung bezeichnet werden. Er führt der Rostfeuerung eine zur Bildung von Kohlensäure ungenügende Luftmenge zu und läßt die zur

vollſtändigen Verbrennung des Kohlenoxyds ꝛc. erforderliche Luft erſt durch die Spalten zwiſchen dem „Auge“ und dem Cylinder eintreten, ſo daß eine neue Entwickelung von Hitze in dem Cylinder ſelbſt hervorgerufen wird. Man muß natürlich den Zwiſchenraum zwiſchen den verſchiedenen Apparatentheilen in rich-

Fig. 200.

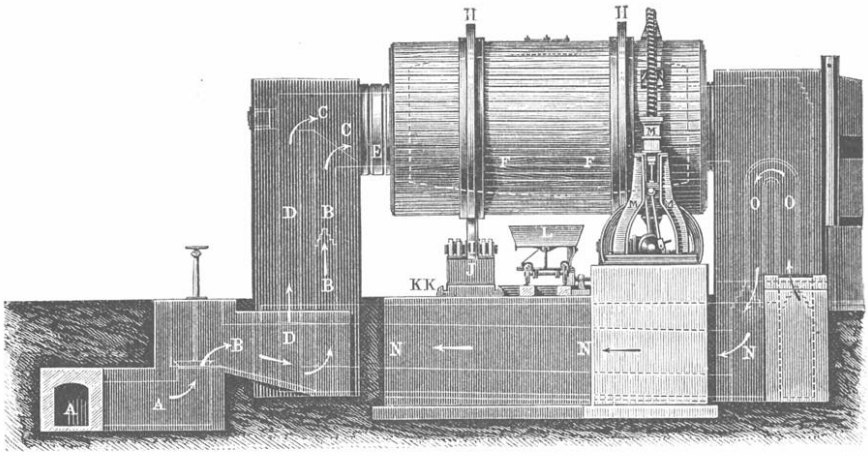
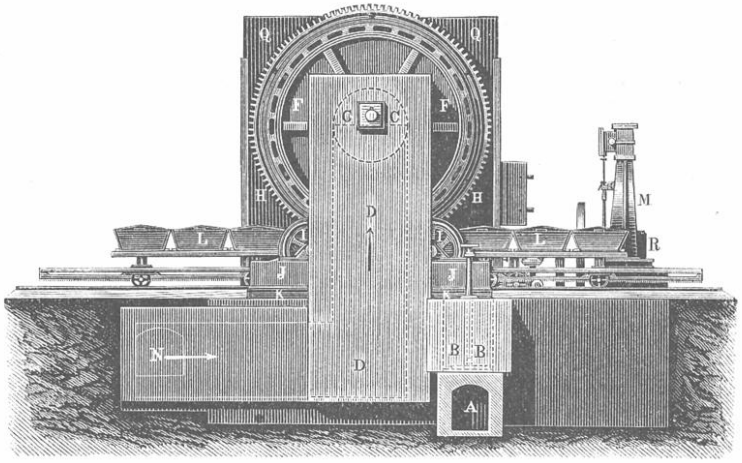


Fig. 201.

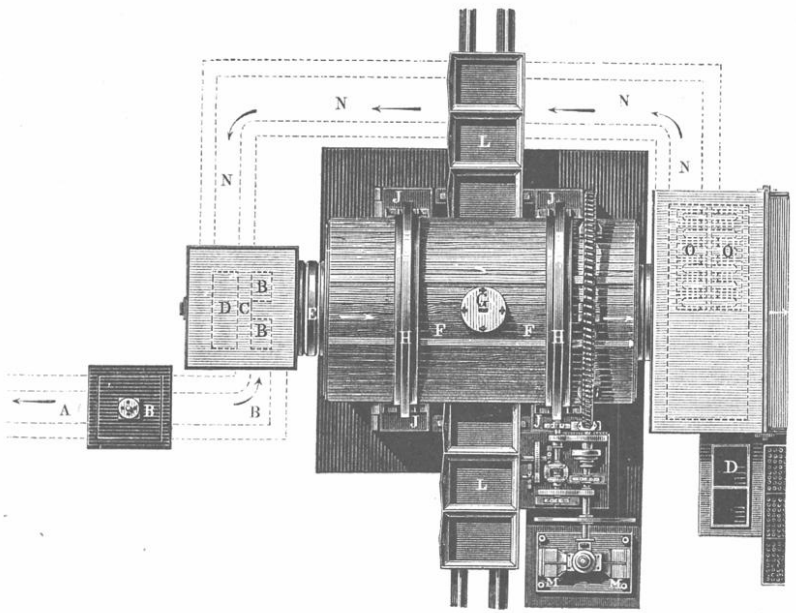


tiger Weiſe reguliren können, um weder zu viel noch zu wenig Luft eintreten zu laſſen. — Dieſes Verfahren muß als ſehr rationell bezeichnet werden, da ſonſt die bei dem Auge eintretende kalte Luft, wenn ſie nicht mehr Dienſte zur Verbrennung leiſten kann, ſtark abkühlend auf den Drehofen einwirkt (nicht nur auf das „Auge“, wo ſie dies allerdings thun ſoll).

Ein Patent von Riley (1878) führt zwei an entgegengesetzten Enden befindliche Feuer, einen Abzug in der Mitte und eine Vorrichtung zur Bewegung der Masse im Inneren ein.

Die hier abgebildeten Drehöfen verarbeiten bei dem gewöhnlichen Verfahren 15 bis 18 Tonnen Sulfat in 24 Stunden und entsprechen mithin etwa der Arbeit von vier gewöhnlichen Handöfen. Man ist aber in England zu immer größeren Oefen übergegangen. So baute Mactear in Glasgow und Hebburn Oefen, die es gestatten, mit Zuhülfenahme seines neuen Verfahrens bis 50 Tonnen Sulfat pro 24 Stunden zu verarbeiten. Bei diesen Oefen ist schon von vornherein der eiserne Mantel in Faßform gebaut, so daß das Futter seinen Contouren einfach zu folgen braucht. Der Cylinder in Hebburn hat 5,64 m Länge,

Fig. 202.



3,81 m Durchmesser in der Mitte und 2,59 m Durchmesser an den Enden; der dazu gehörige Feuerungsofen mißt 5,48 m in der Länge und 2,44 m in der Breite und hat drei Schüröffnungen. Die Verdampfpfanne ist 18,3 m lang. Es werden je vier Tonnen Sulfat chargirt, und alle zwei Stunden eine Operation beendet.

Die Widnes Alkali Co. in Widnes erhielt 1882 von Cook und Robinson einen Drehofen, der täglich 80 bis 90 Tonnen Rohsoda liefert, mit einer Feuerung von 5,1 × 3,1 m Grundfläche, die stündlich $1\frac{1}{4}$ Tonne Kohle erfordert. Dieselbe Firma erbaute im Jahre 1887 wohl den größten bestehenden Sodaofen, der im Journ. Soc. Chem. Ind. 1887, p. 416 beschrieben und abgebildet ist. Er ist 9,14 m lang und 3,8 m im Durchmesser; im Lichten 8,7 m lang und 3,45 m im Durchmesser. Das Futter besteht aus 16,000 feuerfesten Ziegeln

und 120 Blöcken (Brechern) von je 75 kg Gewicht; die Ziegel wiegen vier Tonnen pro Tausend. Der Feuerherd hat vier Beschickungsöffnungen, der Cylinder drei Mannlöcher. Jede Beschickung enthält 8730 kg Sulfat; dazu auf je 100 Thle. Sulfat 110 Thle. Kalkstein und Schlamm vom Kaustischmachen, und 55 Thle. Reductionskohle; also zusammen für jede Beschickung fast $25\frac{1}{2}$ Tonne. In einer Woche (7 Tage) werden etwa 48 Beschickungen = 400 Tonnen Sulfat durchgesetzt, die 270 Tonnen von 60grädigem Aetznatron liefern. Der Feuerungskohlenverbrauch ist 50 Proc. vom Gewichte des Sulfats, während bei einem Drehofen gewöhnlicher Größe 65 Proc. gebraucht wurden; dabei wird genug Lauge von 1,1 auf 1,25 specif. Gew. concentrirt, um drei besonders gefeuerte Aetznatron-Schmelzkessel zu speisen. Ohne dies würde man sieben besonders gefeuerte Kessel für dieselbe Arbeit brauchen, und erspart dadurch 80 Tonnen Kohle pro Woche. Diese Ersparniß an Brennmaterial ist der Hauptvortheil der ungewöhnlichen Größe; aber auch an Arbeit und Anlagekosten wird dabei gespart.

Um die bei den rotirenden Sodaöfen in den Rauchgasen verloren gehende sehr große Wärmemenge besser auszunützen, sind verschiedene Versuche gemacht worden. Ueber die bei Gaskell, Deacon u. Comp. angewendeten Einrichtungen berichtet Hurter ausführlich (Journ. Soc. Chem. Ind. 1884, p. 67). Man führte dort die Feuergase aus dem Cylinderofen nicht, wie in den obigen Beispielen beschrieben und sonst fast allgemein üblich, durch Oberfeuer-Pfannen, sondern erst durch einen Dampfkessel und dann unter eine 11 m lange Abdampfpfanne, konnte sie aber dabei nur auf 550° abkühlen. Um dies zu verbessern, setzte man zur Vergrößerung der Heizfläche in den Feuercanal und die Pfanne Perkins'sche Hochdruck-Wasserröhren ein, die jedoch sehr theuer kamen und im Betriebe große Schwierigkeiten machten. Auch war schließlich dabei die Ausnützung der Wärme kaum höher, als bei dem ungleich billigeren und einfacheren Systeme der Oberflächen-Verdampfung. Es werden nämlich von 840 000 W.-E., welche die Feuerung entwickelt, im Drehofen selbst verwerthet:

Zur Bewerkstelligung der Reaction	188 100	
Entfernt mit der Sodaschmelze	38 760	226 860
Zur Verdampfung verwerthet:		
Im Dampfkessel mit 396 Quadratfuß = 36,8 qm Heizfläche	89 190	
In der Pfanne mit 40 qm Bodenfläche und 33,4 qm Heizfläche der Perkins-Röhren	51 990	141 180
Verlust durch Kamin (Temp. 450°)	138 624	
Anderweitig (durch Differenz)	333 720	472 334
		840 000

Als man die Unterfeuerpfanne nebst Perkins-Röhren mit einer Oberfeuerpfanne von 40,1 qm Verdampfungsfläche vertauschte, verwerthete man in dieser 138 624 W.-E. Mithin übertrug 1 qm Heizfläche bei indirecter Heizung, durch Eisenwandung hindurch, wie im ersten Falle, dessen Anlagekosten 96,75 Mk. waren, 11,23 W.-E., dagegen bei directer Oberflächen-Verdampfung, mit nur 53,75 Mk. Anlagekosten beinahe das Dreifache, nämlich 30,21 W.-E. Hiernach

kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Nutzbarmachung der Abhitze durch Oberflächen-Verdampfung weitaus am günstigsten ist.

Die früher allgemein und noch jetzt meist gebräuchliche Arbeit mit den rotirenden Sodaöfen ist folgende. Zuerst wird die sämmtliche Kreide und zwei Drittel der Kohle eingefüllt, und zwar die Kreide in großen Stücken, so wie sie von den Schiffen kommt; die große Hitze, welcher sie ausgesetzt werden, bringt in wenigen Minuten die in ihnen enthaltene Feuchtigkeit zum explosionsähnlichen Verdampfen und zertheilt sie viel billiger, als es durch Mahlen geschehen würde. Man läßt dann den Cylinder mit seiner langsamen Bewegung herumgehen, bis ein Theil der Kreide in Aetzkalk verwandelt ist, was sich durch das Auftreten einer bläulichen Flamme von Kohlenoxyd rings um die Arbeitsthür oder wenigstens durch eine Beimischung von Blau in der sonst gelben Flamme zu erkennen giebt.

Die genaue Beobachtung dieser Operation der „Verkalkung" (liming) ist sehr wesentlich, und der Arbeiter, welcher sie zu besorgen hat, muß viel Erfahrung besitzen. Gewöhnlich ist sie nach 1 Stunde bis $1^1/_2$ Stunden beendigt. Man muß sich sehr hüten, mit dieser Operation weiter zu gehen, als eben nöthig, um beim Auslaugen hinreichend viel Aetzkalk zum Löschen und Auflockern der Brode zu erhalten, anderenfalls entsteht durch die Wirkung des Aetzkalkes viel Aetznatron und es bleibt unzersetztes Schwefelnatrium, welches von Aetzkalk nicht zersetzt wird.

Wenn der richtige Zeitpunkt eingetreten ist, stellt man den Cylinder mit der Arbeitsthür nach oben und läßt nun das Sulfat (welches, wenn es nicht sehr gut und fein ist, durch Walzen zerquetscht sein muß) mit dem Reste der Kohle hineinfallen; dann läßt man wieder langsam rotiren und läßt dabei die Zugregister etwa zehn Minuten herab, damit nicht zu viel Sulfat weggeführt werde. Etwa 25 bis 30 Minuten nach dem Eintragen des Sulfats wird die theilweise Schmelzung desselben durch das Auftreten einer hellgelben Flamme um die Arbeitsthür herum angezeigt. Jetzt wird die langsame Bewegung sofort in die schnelle umgesetzt und nun durch ein Schauloch in dem Pfannengewölbe oder in der Flugstaubkammer der Proceß im Innern regelmäßig beobachtet, wobei man sich zuweilen, um die Augen nicht zu sehr anzugreifen, blauer Gläser bedient. Man bemerkt, wie die Masse allmälig heller glühend wird und statt aus einzelnen Brocken zu bestehen, in einen breiartigen Zustand übergeht; zuletzt schießen auch hellgelbe Strahlen aus ihr heraus, namentlich aus denjenigen Theilen, welche an den Brechern hängen; dies zeigt, daß die Schmelze fertig ist. Die Operation dauert gewöhnlich bei Anwendung von Kalkstein $1^1/_4$ Stunden für das Verkalken und 1 Stunde für das Schmelzen, zusammen $2^1/_4$ Stunden; bei Kreide $1^1/_2$ Stunden für das Verkalken und $^3/_4$ bis 1 Stunde für das Schmelzen, also $2^1/_4$ bis $2^1/_2$ Stunden.

Nach einem englischen Patente von Newall (1. Nov. 1877) erhitzt man den kohlensauren Kalk für sich noch vor dem Eintragen in den Ofen, aber nicht so weit, daß er Kohlensäure verliert, und stürzt dann das ganze Gemenge desselben mit Sulfat und Kohle auf einmal in den Ofen. Das „Verkalken" fällt also hier fort, ebenso wie in Mactear's Verfahren (s. u.). Auf 24 Stunden rechnet man zehn Operationen.

Wenn die Schmelze fertig iſt, ſo läßt man den Ofen mehrere Male noch recht ſchnell herumgehen, um die Maſſe recht zuſammenzuballen und von den Wänden abzulöſen, ſtellt ihn mit der Arbeitsthür nach oben, nimmt dieſe ab und läßt ihn nun langſam heruntergehen, ſo daß die Schmelze ausfließt und von den langſam darunter weggezogenen Wagen aufgenommen wird; gewöhnlich füllen ſich auf dieſe Weiſe etwa neun Wagen. Dann läßt man noch einmal ſchnell herumgehen, wobei ſich wieder etwas mehr Schmelze ablöſt und noch zwei bis drei Wagen füllt. Die Schmelze in den Wagen zeigt bei guter Beſchaffenheit ganz dieſelben gelben Stichflammen („Kerzen"), wie bei der Handarbeit, in großer Zahl über die ganze Oberfläche des Brodes hin herausbrechend.

Die frühere Beſchickung des Ofens beſtand in der Fabrik zu South Shields aus 1370 kg Kreide mit 535 kg Kohle, gefolgt von 1220 kg Sulfat und 227 kg Kohle; daraus reſultirt täglich 18 000 bis 19 000 kg Rohſoda. Bei Allhuſen wendete man 1116 kg Sulfat, 1370 kg Kreide und 618 kg Kohle an; im vollen Gange verarbeitete der Ofen pro Woche von ſechs Tagen 73 000 kg Sulfat, aber wenn man Stillſtände und Reparaturen rechnet, nur etwa 66 Tonnen, alſo ſo viel wie drei Handöfen. Der Kohlenverbrauch zum Feuern ſtellte ſich daſelbſt für beide Arten Oefen gleich, nämlich auf ungefähr 650 kg pro Tonne Sulfat, bei dem Cylinderofen incluſive Dampf; eine Erſparniß bei letzterem liegt in dem Wegfall des Kreidetrocknens und Mahlens und ſelbſtverſtändlich im Arbeitslohn (etwa eine Mark pro Tonne Sulfat). Man fand daſelbſt, daß die Cylinderſoda ſich nicht ſo gut zur Fabrikation von Kryſtallſoda eigne, weil ſie zu kauſtiſch ausfiel; dieſem wird aber von der neueren Erfahrung widerſprochen (ſ. u.).

In den größeren Oefen, wie ſie oben beſchrieben ſind, wendet man je 1500 kg Sulfat an, täglich alſo 15 Tonnen, gleich der Production von vier Handöfen.

Später iſt man bei Allhuſen, in Nachahmung von Mactear, bis auf 80 Thle. Kreide auf 100 Sulfat herabgegangen, was aber jedenfalls, da man dort keinen Aetzkalk zuſetzt, große Gefahr mit ſich führt, entweder die Rohſoda zu „verbrennen" oder ihr nicht genug Aetzkalk zu geben, damit ſie beim Auslaugen berſten kann. In der Fabrik zu South Shields war 1878 das Miſchungsverhältniß 100 Sulfat, 90 Kreide, 60 Kohle; aber ſchon hierbei fand man die Laugen nicht mehr ſo ſchwefelfrei wie früher. Zum Feuern braucht man daſelbſt (nach authentiſcher Auskunft) 52 Kohle auf 100 Sulfat, daneben noch 10 Kohle für die Dampfmaſchine.

Ein Cylinderofen geht durchſchnittlich vier Monate, ehe ſein Futter erneuert und eine gründliche Reparatur vorgenommen werden muß, was eine Woche dauert. Nur das Futter des als Feuerbrücke dienenden Eintrittsringes, des „Auges" (ſiehe S. 456), wird ſchnell ausgebrannt und muß ſelbſt bei Anwendung der beſten feuerfeſten Ziegel alle drei bis fünf Wochen, manchmal öfter, erneuert werden. Man hat daher ſtets ein zweites „Auge" vorräthig auf dem Ofen liegen oder an einer Kette aufgehängt, welches man in wenigen Minuten, nach Wegſchiebung des abgenutzten „Auges", an deſſen Stelle bringen kann.

Die Laugen von guter Cylinderrohſoda ſind viel weniger kauſtiſch als diejenigen aus Handöfen. In Folge davon verlohnt es ſich auch meiſtens nicht, die bei ihrer Concentration fallenden Mutterlaugen auf „Cream-Cauſtic" (vergl.

Cap. 13) zu verarbeiten, d. h. ohne Kauſtiſiren mit Kalk, ſondern man muß letzteres anwenden, wenn man Aetznatron erzeugen will.

Black und Hill patentirten 1874 eine Abänderung des Verfahrens im Cylinderofen. Statt des „liming“ tragen ſie alle Materialien zugleich ein und, weil die dadurch erzielte Schmelze viel zu dicht zur Auslaugung nach dem gewöhnlichen Verfahren iſt und auch nicht zerfällt, ſo ſchreiben ſie vor, dieſelbe zu Pulver zu mahlen, in mit Rührwerk verſehene Gefäße zu bringen und darin durch Umrühren mit heißem Waſſer, Abſitzen und Decantiren auszulaugen, mit ſyſtematiſcher Benutzung der Waſchwaſſer. Als Vortheile ihres Verfahrens geben ſie an: größere Leiſtungsfähigkeit des Ofens, geringeren Verbrauch an Kreide und Kohlen; faſt völlige Freiheit der Laugen von kauſtiſchem Natron und Schwefelnatrium, letzteres in Folge der ganz unter Controle ſtehenden Auslaugungstemperatur. Den in die Augen ſpringenden Nachtheil, nämlich die viel koſtſpieligere und complicirtere Laugerei führen ſie freilich nicht mit an, und ſo ſteht bis jetzt die ganze Methode nur auf dem Papiere und es ſcheint auch ihre Einführung nirgends in Ausſicht genommen zu ſein.

Eine viel wichtigere Verbeſſerung der Arbeitsweiſe in den Cylinderöfen rührt von Mactear her (vergl. namentlich Journ. Soc. Arts 1878, p. 559). Man hatte bis dahin die Operation des Verkalkens („liming“) nicht entbehren zu können geglaubt, um das Auslaugen der Rohſoda zu ermöglichen, trotz der Unannehmlichkeit, daß die Trennung der Beſchickungen in zwei Theile viel mehr Zeit (und damit Brennmaterial, Capitalaufwand und auch Arbeit) beanſprucht, und daß die Beobachtung des Zeitpunktes, wann der richtige Grad des „liming“ erreicht ſei, eine ziemlich ſchwierige und nur erfahrenen und zuverläſſigen Leuten anzuvertrauende Aufgabe iſt. Der nahe liegende Gedanke, der Beſchickung gleich etwas Aetzkalk zuzuſetzen, iſt ſelbſtverſtändlich auch ausgeführt worden, hat aber zu keinem günſtigen Reſultate geführt. Die Bemühungen in ähnlicher Hinſicht von James Mactear, damaligem Director der Tennant'ſchen Fabrik zu St. Rollox bei Glasgow, hatten aber Erfolg, und man arbeitet ſeit 1875 in St. Rollox ohne „liming“ mit großem Vortheile gegenüber dem früheren Verfahren. Das bezügliche Patent datirt vom September 1874. Seitdem hat ſich das Mactear'ſche Verfahren auch in die beiden großen Sodafabrikdiſtricte (Lancaſhire und Tyne) und auf den Continent verbreitet. Mactear beſchickt den rotirenden Sodaofen ſofort mit Sulfat, Kohle und Kreide (oder Kalkſtein), und zwar nimmt er von letzterem nur ſo viel, als dem chemiſchen Aequivalente entſpricht, oder ganz wenig mehr. Die Operation wird dann ohne Unterbrechung fortgeſetzt, bis ſie faſt ganz zu Ende iſt, was man an dem flüſſigen Zuſtande der Maſſe und an anderen leicht zu erkennenden Zeichen ſieht. Jetzt wird der Cylinder einen Augenblick ſtill geſtellt und eine kleine Menge grob gepulverter kauſtiſcher Kalk (Mactear ſagt 10 Proc. vom Gewichte des Sulfats, thatſächlich nimmt man nur 6 Proc., dazu aber noch 14 bis 16 Proc. Aſche und Koks von den anderen Feuerungen) wird eingeworfen; man läßt nur wenige Umgänge des Cylinders machen, um den Kalk und die Aſche gleichmäßig in der ſchon fertigen Sodaſchmelze zu vertheilen und läßt dann den Inhalt des Ofens auslaufen. Dies iſt etwas ganz anderes als der ebenfalls gemachte Verſuch, gleich von Anfang an kauſtiſchen Kalk zuzumiſchen;

der Unterſchied iſt der, daß der Zuſatz von Kalk am Schluſſe der Operation der Schmelze keinen Schaden bringt, ſondern im Gegentheil ihr nur nützt, indem ſie, wie oben beſchrieben, durch das Aufſchwellen des ſich löſchenden Kalks porös wird. Auch kühlt der Zuſatz des Kalks und der Aſche ꝛc. die geſchmolzene Maſſe ab und verhindert ihre Ueberhitzung während der Umwandlung der letzten Antheile des Sulfats. Der Zuſatz der Koksrückſtände von den Feuerungen hat ebenfalls den Zweck, die Schmelze poröſer zu halten; man ſoll dadurch auch an Miſchungskohlen erſparen. Dabei hat man es in der Hand, durch ſtärkeren oder ſchwächeren Zuſatz von Kalk die Soda mehr oder weniger kauſtiſch zu machen; das letztere iſt z. B. für Kryſtallſoda höchſt erwünſcht. Mactear giebt als Vortheile ſeines Verfahrens folgende an, von welchen ſich auch nach mir von anderer Seite gewordenen Mittheilungen die vier erſten als ſolche bewährt haben: 1. Da man erheblich weniger kohlenſauren Kalk anwendet, ſo kann man in einem Ofen von beſtimmter Größe viel mehr Sulfat zerſetzen. 2. Da das „liming“ fortfällt, ſo iſt die Arbeitszeit eine viel geringere; man kann alſo in der gleichen Zeit bedeutend mehr Sulfat (50 bis 70 Proc.) in demſelben Ofen durchbringen. 3. Man erſpart bedeutend an kohlenſaurem Kalk (nach Mactear auch an Kohlen, doch iſt das kaum richtig). 4. Es bleibt 30 Proc. weniger Auslaugungsrückſtand und wird in Folge deſſen erheblich weniger Soda als „unlösliche“ verloren. Nach Mactear ſoll man dadurch ferner $2^1/_2$ Proc. an Soda gewinnen, was aber viel zu hoch erſcheint. Man hat jedenfalls entſprechend geringere Koſten für Fortſchaffung des Rückſtandes und leichtere Behandlung deſſelben für Schwefelregeneration. 5. Da man den Zuſatz des Aetzkalks ganz in der Hand hat, ſo findet man weniger Aetznatron und Schwefelnatrium in den Flüſſigkeiten. (Der als Nr. 5 aufgeführte Vortheil hat ſich freilich bis jetzt noch nicht bewährt; es wird vielmehr von Praktikern angegeben, daß die Mactear'ſche Rohſoda ſtets etwas mehr, bis 1 Proc., Schwefelnatrium als gewöhnliche Cylinderſoda enthalte.) 6. Man hat ein höheres Ausbringen an Soda aus dem gleichen Gewichte Sulfat (auch dieſes kann bis jetzt noch nicht als ſicher conſtatirt werden).

Folgender Umſtand ſcheint für das Verfahren zu ſprechen. Es iſt ſchon längere Zeit bekannt geweſen und durch genaue Unterſuchungen von Scheurer-Keſtner entſchieden bewieſen worden, daß der Verluſt an unlöslichen und im Rückſtande verbleibenden Natronſalzen proportional zu der Menge des kohlenſauren Kalks in der Miſchung iſt. Man ſollte alſo aus dieſem Grunde einen möglichſt geringen Ueberſchuß von Kreide oder Kalkſtein nehmen, muß aber aus anderen praktiſchen Gründen davon abweichen und bedeutend mehr als theoretiſch nöthig anwenden, weil man ſonſt entweder ganz unvollſtändige Zerſetzung des Sulfats oder ſogar Rückbildung von ſolchem („Verbrennung“ der rohen Soda) zu befürchten hat. Bei den rotirenden Oefen ſind letztere Gründe viel weniger ins Gewicht fallend; dafür kam aber wieder das Bedürfniß des „liming“ ins Spiel und hielt den Kreidezuſatz auf der alten Höhe. Bei Mactear's Verfahren dagegen iſt der zuletzt zugeſetzte Aetzkalk viel zu kurze Zeit in Berührung mit der Schmelze, als daß ſich durch ſeine Schuld unlösliche Natronverbindungen bilden ſollten, und man findet daher nicht nur darum weniger Verluſt an Soda, weil man überhaupt weniger Rückſtand hat, ſondern der Rückſtand enthält auch an ſich

weniger unlösliches Natron als der gewöhnliche. Als Nachtheil des Mactear'ſchen Verfahrens, welcher ſogar einige Fabriken veranlaßt haben ſoll, daſſelbe wieder aufzugeben, muß man freilich anführen, daß die damit erzeugte Soda nicht ſo hochgrädig und gut gefärbt iſt wie bei dem gewöhnlichen Revolver-Verfahren, weil eben die Laugen ſchwefelhaltiger ſind. Mactear ſelbſt behauptete zwar, ebenſo wenig Schwefel in den Laugen wie bei dem alten Verfahren zu bekommen; dies glaubt aber ſonſt Niemand.

Die Miſchung beim Mactear'ſchen Verfahren nach ſeinen Angaben iſt folgende: 100 Sulfat, 72 bis 74 Kalkſtein, 40 Kohle; dazu noch, wie erwähnt, gerade vor dem Ausziehen 6 bis 10 Aetzkalk und 12 bis 16 Kohlenaſche. Nach Weldon (Polyt. Journ. **231**, 342) wären übrigens die niedrigſten in der Praxis vorkommenden Verhältniſſe: 100 Sulfat, 78,66 Kalkſtein, 42,00 Kohle und 6,24 Kalk. Der Kalk kann unter dieſen Umſtänden keine chemiſche Rolle im Sodabildungsproceß ſpielen und eben nur als Auflockerungsmittel beim Auslaugen dienen. Wenn man nun Mactear's Miſchung mit der ſeit Leblanc allgemein üblichen (100 Sulfat, 100 Kalkſtein, 50 bis 60 Kohle) vergleicht, ſo fällt das große Minderverhältniß von Kalkſtein und Kohle ſofort auf, und wir haben S. 396 geſehen, daß der praktiſche Erfolg von Mactear's Verfahren der Calciumoxyſulfid-Theorie den letzten Boden unter den Füßen weggezogen hat.

Zum Feuern braucht man bei Mactear auf 100 Sulfat 50 Kohlen und etwa 10 Kohlen für den Maſchinendampf. Der Arbeitslohn beträgt in England pro Tonne Sulfat eine Mark.

Man muß bei der Arbeit nach Mactear freilich den Vorgang ſehr ſorgfältig überwachen, damit der Kalk und die Aſche im richtigen Moment eingeführt werden, wenn nämlich der Proceß im Ofen noch nicht ganz beendigt iſt; da man nachher den Ofen nur noch einige ſchnelle Umgänge machen läßt und ſofort ausleert, ſo wird die Temperatur erſt durch die friſchen Materialien und dann durch das Ausleeren gerade in dem Augenblicke erniedrigt, wo das gebildete Natriumcarbonat nicht mehr durch einen Ueberſchuß von Calciumcarbonat geſchützt iſt und mithin eine rückgängige Reaction eintreten könnte. Die Reaction wird, wie auch bei dem Handofen, in den die Schmelze aufnehmenden Eiſenkarren noch vollends zu Ende geführt werden. Man arbeitet factiſch folgendermaßen: anfangs läßt man den Cylinder langſam herumgehen, bis das Sulfat zu ſchmelzen anfängt; dann kommt ſchnelles Rotiren, bis die gelben Flammen aus der Maſſe (welche man durch ein paſſendes Schauloch mit rothen und gelben Gläſern beobachtet) deutlich hervorbrechen; dann ſetzt man ſofort den grobgepulverten Aetzkalk und die Aſche zu, läßt noch fünf Minuten ſchnell herumgehen und dann auslaufen.

In einer großen engliſchen Fabrik, die ich 1889 beſuchte, zog man es vor, erſt das Sulfat und die Kohle, und erſt ſpäter den Kalkſtein einzutragen, alſo umgekehrt wie bei dem immer noch vielfach üblichen Stevenſon'ſchen Verfahren. Uebrigens ſah man auch dort auf die Bildung einer gewiſſen Menge Aetzkalk in der Rohſoda, da directe Verſuche herausgeſtellt hatten, daß für die Laugerei der Aetzkalk viel wichtiger als eine mehr oder weniger dichte Beſchaffenheit der Rohſoda iſt.

Manche Fabriken geben jetzt auch die ganze Beſchickung auf einmal ein, ohne Nachſatz irgend welcher Art.

Beſeitigung der Cyanverbindungen beim Sodaſchmelzen.

Während Verfahren, wie dasjenige von Mactear u. A., den Schmelzproceß im Sodaofen behufs Erſparniß an Kohlen, Arbeitslohn und Capitalszinſen beſchleunigen wollen, obwohl dies theilweiſe auf Koſten der Qualität der Soda geſchehen muß (vgl. S. 467), ſo zielt eine andere Reihe von Vorſchlägen dahin ab, den Schmelzproceß ſo zu leiten, daß dabei die Qualität des Erzeugniſſes verbeſſert wird, was allerdings nur durch etwas theureren Betrieb der Schmelzung zu ermöglichen iſt. Hierbei handelt es ſich weniger um die Grundreaction, d. h. die Umwandlung des Natriumſulfats, da dieſe bei den rotirenden Sodaöfen ohnedies ſo gut wie vollſtändig ausgeführt werden kann, ſondern vor allem um die Beſeitigung der Cyanverbindungen. Man hat auf dieſe früher gar nicht geachtet, wenigſtens in der Sodafabrikation, während man in der Potaſchenfabrikation nach dem Leblanc-Verfahren, wo die Bildung von Cyankalium jedenfalls leichter und reichlicher auftritt, ſchon längſt darauf aufmerkſam geworden war.

Von den beiden hier in Frage kommenden Verbindungen ſpielt das Rhodannatrium, NaNCS, eine ſehr unbedeutende quantitative Rolle und ſcheint auch keinen merklichen Schaden anzurichten. Dagegen verhält ſich das Cyannatrium, NaNC, folgendermaßen. Ein Theil deſſelben wird allerdings beim Lagern der Schmelze an der Luft zerſtört, indem es durch deren Feuchtigkeit in ameiſenſaures Natron und Ammoniak übergeht, welches letztere ſich durch ſeinen Geruch deutlich bemerklich macht:

$$NaCN + 2H_2O = NH_3 + HCOONa.$$

Ein anderer Theil wird ſchon im Ofen ſelbſt in cyanſaures Natron übergehen, das an der feuchten Luft ebenfalls Ammoniak abgiebt und Natriumcarbonat bildet. Aber ein Theil des Cyannatriums bleibt doch unzerſetzt und geht während der Auslaugung der Schmelze durch das in dieſer ſtets vorhandene Schwefeleiſen oder ſonſt vorhandenes Eiſen in Ferrocyannatrium, $Na_4Fe(NC)_6$, über. Dieſer Körper iſt bei relativ niedrigen Temperaturen ſehr beſtändig und läßt ſich auch nicht durch fractionirte Kryſtalliſation und dergleichen abſcheiden, verbleibt vielmehr bei dem Natriumcarbonat und geht erſt beim Glühen im Calcinirofen in Natriumcarbonat und Eiſenoxyd über. Das letztere giebt der Soda eine unangenehme gelbe oder röthliche Farbe und verringert ihren Verkaufswerth erheblich. Während man das durch Vermittelung des Schwefelnatriums in Löſung gehende Schwefeleiſen verhältnißmäßig leicht durch die Operation des „Carboniſirens“ (Cap. 13) entfernen kann, iſt dies bei dem durch das Cyannatrium in Löſung gehenden Eiſen nicht der Fall, und muß deshalb das Cyannatrium als eine ſehr ſtörende Verunreinigung der Rohſoda angeſehen werden. Allerdings war das Ferrocyannatrium als Verunreinigung der Laugen ſchon längſt bekannt und waren verſchiedene, im 13. Capitel zu beſchreibende Verſuche zur Entfernung deſſelben aus den Laugen ſchon früher gemacht, aber nicht von Erfolg begleitet worden. Erſt um 1878 fing man an, das Uebel bei der Wurzel, nämlich im Sodaofen ſelbſt, anzufaſſen; man

wurde hierzu durch die immer ſtärker fühlbare Concurrenz mit der ſo reinen und weißen Ammoniakſoda gedrängt, welche die Conſumenten mit der ſonſt üblichen gelblichen Leblanc-Soda unzufrieden machte.

Derjenige, welcher wohl zuerſt die Bedingungen der Entſtehung des Cyannatriums ſicher erkannte und zugleich einen Weg zu ſeiner Entfernung ſchon beim Schmelzen wies, war Péchiney (Engl. Pat. vom 24. December 1877 und 11. Januar 1878; Deutſch. Pat. Nr. 3591; vergl. Lunge, Polyt. Journ. **231**, 337). Er zeigte, daß das Cyannatrium zerſtört wird, wenn man einer eben fertig gewordenen flüſſigen Schmelze im Sodaofen etwas friſches Sulfat zumiſcht und ſie dann ſofort herauszieht. Ueberhaupt zeigte er, daß das Cyannatrium erſt gegen das Ende der Operation auftritt, wo eben ſehr wenig Sulfat mehr vorhanden iſt. Wie das Sulfat hierbei wirkt, iſt nicht völlig klar. Die einfachſte Annahme wäre die, daß das Cyannatrium durch den Sauerſtoff des Natriumſulfats zu cyanſaurem Natron verbrannt wird:

$$Na_2SO_4 + 4\,CNNa = Na_2S + 4\,CONa.$$

Weldon (Chem. News. **38**, 178) hält dieſe Annahme für unwahrſcheinlich, weil ſich in der Rohſoda kein Natriumcyanat nachweiſen laſſe; doch kann dies nicht als entſcheidend gelten, da ja letztere Verbindung bei Berührung mit Waſſer ſo leicht in Ammoniak und Natriumcarbonat zerfällt. Man könnte allerdings annehmen, daß die Verbrennung gleich weiter geht, etwa wie folgt:

$$Na_2SO_4 + 2\,NaCN = Na_2S + Na_2CO_3 + CO + 2\,N.$$

Das nach der eben erwähnten Gleichung entſtehende Schwefelnatrium ſollte durch noch in der Schmelze vorhandenes Calciumcarbonat zerſetzt werden; auch das überſchüſſig zugeſetzte Natriumſulfat ſollte noch genügend Calciumcarbonat und Kohle zu ſeiner Umwandlung in Soda vorfinden. Da dies aber keineswegs immer der Fall ſein wird, ſo erweiterte Weldon (Engl. Pat. vom 11. Januar 1878, Deutſch. Pat. Nr. 2006) das Péchiney-Verfahren dadurch, daß er mit dem am Schluß einzuführenden Sulfat noch etwas Kalkſteinſtaub zuführte. Die genaueren Miſchungsverhältniſſe für dieſes combinirte Verfahren ſind ſchon S. 428 angegeben worden. Es ſei nur noch bemerkt, daß man mit möglichſt wenig Reductionskohle in der Beſchickung, dagegen bei möglichſt hoher Temperatur des Sodaofens arbeiten ſoll.

Das Bekanntwerden des Péchiney-Weldon-Verfahrens und die für daſſelbe gemachte Reclame führte einerſeits Widerſpruch gegen die von dieſen Erfindern gemachten Behauptungen, andererſeits eine Menge von Concurrenzerfindungen herbei. Zwiſchen Weldon und Mactear erhob ſich ein lebhafter Streit (Chem. News. **38**, 130, 137, 162, 177; beſprochen, mit Zuziehung einer als Manuſcript gedruckten Broſchüre Weldon's, vom Verf. im Polyt. Journ. **231**, 339 und **232**, 529). Mactear behauptete, daß auch bei ſeinem Verfahren ſehr wenig Cyanid gebildet werde, weil man durch die geringe Menge von Kohle und Kalkſtein bei niedrigerer Temperatur ſchmelzen könne, während das Cyanid erſt in der höchſten Hitze durch den Luftſtickſtoff entſtehe. Weldon ſeinerſeits zeigte, daß umgekehrt um ſo mehr Cyanid entſteht, je niedriger die Temperatur beim Schmelzen iſt, und daß der Stickſtoff dann ausſchließlich von der in der Miſchung enthaltenen

Reductionskohle ſtamme. (Dieſe Meinung wird jetzt in beiden Stücken allgemein getheilt.) In der That erhielt auch Pauli bei Anwendung von ſtickſtofffreiem Reductionsmaterial (Steinkohlentheerpech) eine ganz cyanfreie Schmelze. Mactear und Weldon ſtimmen darin überein, daß es nützlich ſei, mit möglichſt wenig Reductionskohle (bis 29 Proc. vom Sulfat herab) zu arbeiten.

Andere, dem Péchiney-Weldon'ſchen Verfahren gemachte Vorwürfe, z. B. daß man eine weniger hochgrädige Soda erhalte, daß man nicht alle Laugen mit der Abhitze des Sodaofens verdampfen könne, daß man etwas mehr Zeit als früher zum Schmelzen brauche, daß die Schmelze zu dünn ſei und ſich nicht gut auslaugen laſſe u. ſ. w., ſcheinen entweder ganz unbegründet zu ſein oder doch bei richtiger und ſorgfältiger Ausführung des Verfahrens zu verſchwinden. Aber es iſt keinesfalls zu leugnen, daß das Verfahren nicht ſo einfach iſt, wie es ausſieht. Es müſſen gewiſſermaßen die Idioſynkraſien jedes Revolvers ſtudirt und es muß durch längeres Probiren herausgefunden werden, wann man den Endzuſatz machen, wie ſchnell man den Revolver vorher, wie ſchnell und wie lange man ihn nachher gehen laſſen muß ꝛc. Die Einführung des Verfahrens konnte daher nur eine allmälige ſein; doch waren im Mai 1879 ſchon 16 Revolver damit im Gange, mit einer Wochenproduction von 2500 Tonnen Soda, und ſomit war die Einführung des Verfahrens in der großen Mehrzahl der engliſchen Revolver eingeleitet. Die von mancher Seite berichteten ſchlechten Reſultate ſollen nur von unvollkommenen, ohne Vorwiſſen und Beihülfe des Erfinders angeſtellten Verſuchen hergerührt haben. In den gehörig darauf eingerichteten Fabriken kam man manchmal bis auf 0,03 Proc. des Geſammtnatrons als Ferrocyannatrium herunter, während allerdings in einem Falle noch bis 0,29 Proc. erhalten wurde. Aber ſelbſt dies contraſtirt ſehr günſtig mit dem alten, und namentlich dem Mactear'ſchen Verfahren, bei welchem 1,0 bis 1,6 Proc. Na_2O als Na_4FeCy_6 entſteht.

Aus den ſpäter mit dem Péchiney-Weldon'ſchen Verfahren gemachten Erfahrungen iſt mit ziemlicher Beſtimmtheit hervorgegangen, daß die Menge des Ferrocyans, abgeſehen von deſſen Vermehrung durch höheren Stickſtoffgehalt der Reductionskohle und unrichtiger Schmelztemperatur, ziemlich die gleiche für denſelben Ueberſchuß von Sulfat in der Schmelze iſt, gleichgültig, ob dieſer Ueberſchuß ſchon an und für ſich durch die Unvollkommenheit des Schmelzproceſſes zurückbleibt, wie es bei den Handöfen ſtets der Fall iſt, oder ob er bei dem vollkommenen Revolver-Verfahren nachträglich zugeſetzt wird. Es ließe ſich zwar denken, daß man beim Revolver genau daſſelbe Ergebniß erzielen würde, wenn man die Entleerung etwas früher als ſonſt vornimmt; aber dann würde die Beſchaffenheit der Rohſoda jedenfalls phyſikaliſch ungünſtig für die Auslaugung und chemiſch zu ungleichförmig ausfallen, während man bei dem Péchiney-Verfahren erſt den Schmelzproceß bis zu ſeinem gewöhnlichen Ende gehen läßt und das Ziel der Entfernung des Cyans durch geregelten Zuſatz von friſchem Sulfat erreicht — ganz analog, wie man beim Beſſemer-Friſchproceß das Eiſen erſt ganz entkohlt und dann durch „Rückkohlung“ wieder auf die gewünſchte Zuſammenſetzung bringt.

Von Verfahren, welche denſelben Zweck wie das Péchiney-Weldon'ſche haben, nämlich die Zerſtörung des Cyanids oder Verhinderung von deſſen Bil-

dung im Sodaofen ſelbſt, ſeien folgende erwähnt, die jedoch ſämmtlich entweder Umgehungen jenes patentirten Verfahrens durch ähnliche Reactionen vorſtellen, oder aber keinen ſicheren Erfolg gehabt haben.

Mactear (Engl. Pat. Nr. 3079, 3. Auguſt 1878) ſetzt der Sodaſchmelze kurz vor dem Ausziehen gewiſſe „oxydirende“ Subſtanzen zu, nämlich die Sulfate des Calciums, Bariums oder Strontiums, oder die Oxyde von Eiſen und Mangan. Bei Anwendung von Calciumſulfat genügen davon 5 Proc. von dem in der Miſchung enthaltenen Natriumſulfat.

Nach dem Patente von Gaskell jun. (Nr. 3783, 25. Sept. 1878) genügt zur Verhinderung der Bildung oder Verminderung der Menge der Cyanide ſchon das Durchlaſſen von Luft durch den Revolver, weil die Urſache der Bildung von Cyanid nur die reducirende, 9 bis 13 Proc. Kohlenoxyd enthaltende Flamme des Revolvers ſei; durch den Luftſtrom werde das Cyanid aber verbrannt. Es wird daher vermittelſt eines Injectors ein Strom von Waſſerdampf und Luft während der ganzen Schmelzzeit auf die im Revolver befindliche Beſchickung geblaſen. Dieſe ſollen auch zur vollſtändigeren Verwerthung des Brennmateriales, durch Verbrennung des Kohlenoxyds, beitragen. — Auch dieſes Patent hat keinen günſtigen praktiſchen Erfolg gehabt. Sein Princip iſt jedenfalls höchſt zweifelhaft; denn in Handöfen, deren Gaſe ganz ſicher nicht reducirend, ſondern ſtark ſauerſtoffhaltig ſind (Ferd. Fiſcher, Ber. d. deutſch. chem. Geſ. 1876, S. 1558), iſt das Péchiney-Verfahren ebenfalls wirkſam, und iſt gerade in ſolchen von Péchiney ausgearbeitet worden, ehe es in England auf die rotirenden Sodaöfen übertragen wurde.

Nach Brunner's Patent (Nr. 3166, 10. Auguſt 1878) ſchmilzt man das Sulfat und den Kalkſtein erſt mit einem Theile (25 bis 75 Proc.) der nöthigen Kohle und ſetzt den Reſt der Kohle erſt ſpäter zu; auch vom Kalkſtein könne man einen Theil zurückhalten. Die Temperatur ſolle möglichſt hoch gehalten werden. — Dies kommt augenſcheinlich auf das Péchiney-Verfahren heraus, da beim Fehlen der nöthigen Kohle ein Ueberſchuß von Sulfat bis zuletzt vorhanden ſein muß, und nur ſo viel Cyan entſtehen kann, als dem Stickſtoffgehalt der zuletzt zugeſetzten Kohle entſpricht.

Nach Allhuſen's Patent (Nr. 3022, 30. Juli 1878) werden 10 Proc. der Geſammtbeſchickung von Sulfat, Kalkſtein und Kohle zurückgehalten und erſt kurz vor dem Entleeren in den Ofen eingebracht. Auch dies kommt auf eine Combination der Verfahren von Péchiney, Weldon und Mactear heraus; das Patent iſt übrigens ſtillſchweigend aufgegeben, und das Péchiney-Verfahren in der Fabrik des Erfinders eingeführt worden.

Glover (Patent vom 9. Oct. 1878, Nr. 3973) will die Cyan-, Schwefel- und Thioſulfat-Verbindungen in der Soda dadurch zerſtören, daß der Rohſodalauge eine hinreichende Menge von Manganoxyd (in der Regel ſollen etwa 84 g eines 60- bis 70procentigen Braunſteins oder deſſen Aequivalent auf eine Tonne Soda ausreichen) zugeſetzt wird, um obige Verbindungen beim Glühen des Rohſalzes im Calcinirofen zu zerſtören, indem ſich zuerſt manganſaures Natron bildet, welches dann als Oxydationsmittel wirkt.

Pauli (Polyt. Journ. 232, 537) bringt kurz vor dem Entleeren eine Miſchung von getrockneten Ausfiſchſalzen von der Aetznatronfabrikation (welche

ſtets viel Sulfat enthalten), oder Bodenſatz aus den Aetznatronſchmelzkeſſeln mit abgelöſchtem Aetzkalk in den Revolver; hierbei gehe aller Stickſtoff als Ammoniak fort und ſei mithin auch eine nachträgliche Bildung von Cyannatrium im Auszieh-Karren unmöglich.

Nach einer Mittheilung von Benker ſei ſaures ſchwefelſaures Natron dem gewöhnlichen Sulfat als Zuſatz zu Ende der Schmelze vorzuziehen; dadurch werde das Cyan abſolut zerſtört.

Nach meinen Erkundigungen aus den letzten Jahren ſcheint kein einziges dieſer Verfahren ſich behauptet zu haben. In dem amtlichen franzöſiſchen Ausſtellungsberichte für 1889, Claſſe 45, S. 92, ſagt Lequin (Director der Fabriken der Geſellſchaft von St. Gobain), daß das Péchiney-Weldon-Verfahren das einzige ſei, das vollſtändige Befriedigung gegeben habe. In England iſt jedenfalls dieſe Befriedigung keine vollſtändige geweſen, da man den größeren Sulfatgehalt der Soda nicht in Kauf nehmen wollte. Factiſch iſt alſo wohl jetzt in den meiſten Fabriken ungefähr ebenſo viel Cyannatrium in der Rohſoda wie früher, und hat man ſich damit ebenſo wie vor 1878 abgefunden. In Frankreich läßt man abſichtlich etwas Sulfat in der Rohſoda, um beſſere Kryſtalle zu bekommen (ſ. u. Cap. 13), und mag deshalb mit dem Péchiney-Weldon-Verfahren mehr zufrieden ſein.

Die Verfahren zur Entfernung der Cyanverbindungen aus fertiger Rohſoda oder aus den Rohſodalaugen werden im nächſten Capitel beſchrieben werden.

Zwölftes Capitel.

Die Rohſoda und Rohlauge.

Die Rohſoda.

Man prüft die Schmelzarbeit zunächſt ſchon durch genaue Muſterung der einzelnen Brode mit dem Auge, zunächſt von außen, dann nach Zerſchlagen des Brodes. In vielen Fabriken muß auch jede Schmelze, noch ehe ſie geſtürzt wird, auf ihrem Wagen, deſſen Tara bekannt iſt, gewogen werden, um ſich zu überzeugen, daß nicht erhebliche Theile der Schmelze in dem Ofen zurückgeblieben ſind. Endlich aber folgt jederzeit auch noch eine chemiſche Prüfung im Laboratorium, freilich in verſchiedenen Fabriken in ſehr verſchiedenem Umfange.

Die Rohſoda, wie ſie in Form von „Broden“ aus dem Ofen ausgezogen wird, ſoll dem Gewichte nach etwa ein und drei Fünftel mal ſo viel wiegen, als das angewendete Sulfat, alſo das Gewicht eines Brodes bei einer Beſchickung von 150 kg Sulfat etwa 235 bis 245 kg, d. h. 157 bis 163 Proc. vom Gewichte des Sulfats betragen. Stohmann (Stohmann-Kerl's Techn. Chem., 3. Aufl., 5, 350) erhielt bei Verſuchen mit 16 gewöhnlichen Oefen und einem Cylinderofen