universität innsbruck
Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Theoretische, praktische und analytische Chemie, in Anwendung auf Künste und Gewerbe

Die Zuckerfabrikation - theoretisch und praktisch dargestellt

Muspratt, Sheridan

Braunschweig, 1862

Bereitung und Wiederbelebung der Knochenkohle

urn:nbn:at:at-ubi:2-3796

eine staubfreie Kohle zu sorgen, da die concentrirtere Zuckerlösung die Staubtheile mit fortreißt. Es findet meist ein Uebersteigen oder die Leitung des Saftes über zwei Filter Statt. Man läßt mitunter die filtrirte Lösung durch einen mit Badschwämmen gefüllten Behälter laufen, um durch diese die mit fortgerissenen feinen Kohlentheile besser zurückzuhalten.

Das Einkochen geschieht jetzt fast allgemein in den bereits erwähnten Vacuumapparaten, worin man die Masse meist auch zur Krystallisation bringt, d. h. auf Korn kocht. Die Kunst des Sieders besteht hier in der nach Beschaffenheit des Zuckers geeigneten Behandlung, um möglichst festgeschlossene Brode zu erhalten, die sich dennoch durch's Decken völlig frei von Syrup herstellen lassen.

Die Behandlung auf dem Zuckerboden ist der bereits erwähnten zur Gewinnung von Saftmelis fast gleich. Man giebt zunächst eine oder auch zwei Wasserdecken und dann eine solche von feinem Klärsel oder Decksel, welches man nicht selten durch Auflösen des feinsten Zuckers in kaltem Wasser darstellt, da die heiße Lösung stets etwas Schleimzucker enthält, der das Brod später lockerer macht; einige Fabriken verwenden deshalb noch eine Thondecke, die einen festern Zucker gewinnen läßt. Eine feine Raffinade erfordert immer schon einen syrupfreien Rohzucker; um diesen zu erhalten, kocht man gewöhnlichen Rohzucker zunächst in Kasten oder Reservoirs und trennt den Syrup davon mittelst der Centrifugalmaschine und durch Decken in derselben.

In einigen Raffinerien, namentlich in Belgien, hat man versucht, aus dem durch die Centrifugalmaschine gereinigten bessern Zucker, durch bloßes Schmelzen oder Erwärmen mit wenig Wasser, ohne völlige Lösung der Krystalle, dann Einfüllen und Decken in den Formen, einen weißen, festen Hutzucker darzustellen. Das Verfahren hat jedoch bis jetzt keine allgemeinere Verbreitung gefunden, weil der Zucker oder die Brode zu porös bleiben. Dasselbe ist der Fall mit der Anwendung der sogenannten Brodwurfmaschinen, worin der Zucker in den Formen durch Centrifugalkraft von Syrup sehr schnell zu befreien ist. Das gewaltsame Ausschleudern des Syrups macht das Brod porös und nicht so gleichmäßig fest, wie es im Handel meist verlangt wird.

Die beim Raffiniren des Rohzuckers erhaltenen Syrupe liefern durch wiederholtes Einkochen, je nach ihrer Reinheit, die verschiedenen geringeren Zuckersorten, die als Stückzucker, Stampfmelis-, Lumpen- und Farinzucker im Handel vorkommen. Der vom indischen Rohzucker zuletzt übrig bleibende Syrup findet seines reinern Geschmacks wegen eine weit bessere Verwerthung als der vom Rübenrohzucker, der deshalb meist mit jenem vermischt in den Handel gebracht wird.

Zur Bereitung von Kandiszucker verwendet man in der Regel dunkelgefärbte, aber doch grob- oder scharfkörnige Rohzucker. Dieselben werden mit wenig Kohle und Eiweiß geklärt und dann in offenen Pfannen und nicht selten noch auf offenem oder directem Feuer bis zur schwachen Blasenprobe eingekocht und dann sogleich in die Kandisbecken gebracht. Es sind dies oben breitere als unten, aus Kupfer gefertigte Gefäße, die etwa 40 Pfd. Füllmasse fassen. Sie haben seitwärts eine größere Anzahl kleiner Oeffnungen, durch welche Fäden quer durch das Gefäß gezogen werden, an welche sich die größeren Krystalle ansetzen, während sich an den glatten Seiten kleinere Krystalle bilden. Um die Krystalle recht groß zu erhalten, stellt man die Gefäße in einen auf 65 bis 75° C. erhitzten Raum, die sogenannte Kandisstube, wo sie 10 bis 12 Tage unberührt stehen bleiben, während jene Temperatur gleichmäßig zu erhalten ist.

Durch die weitere Verdunstung der Flüssigkeit und durch das allmälige Erkalten entstehen dann die großen Krystalle, die einen Theil des Syrups mit einschließen und dadurch ihren intensiv süßen Geschmack und durch die zugleich beigemischten Salze des Syrups auch wohl ihre lösende Einwirkung auf die Schleimhäute erhalten. Mitunter mischt man fein pulverisirte Holzkohle unter das zu Kandis bestimmte Klärsel, wodurch man den schwarzen Kandis erhält, der für Brustkranke heilsam sein soll. (?)

Nach erfolgter Krystallisation wird der flüssig gebliebene Syrup von den Krystallen abgegossen und diese nach dem völligen Ablaufen des Syrups in Körbe verpackt in den Handel gebracht. Die Kandisbereitung eignet sich mehr für den kleineren Gewerbsbetrieb, weshalb man solche Anstalten in größerer Zahl in einigen Seestädten findet.

Bereitung und Wiederbelebung der Knochenkohle. Die Bereitung der frischen Knochenkohle ist zwar nicht immer mit der Zuckerfabrikation verbunden, wohl aber findet die Wiederbelebung oder brauchbare Herstellung der bereits benutzten Kohle allgemein in der Zuckerfabrik Statt. Der Einfluß einer geeigneten Behandlung und die Unsicherheit und Umständlichkeit einer genauen Prüfung der wiedererlangten Brauchbarkeit machen es bei der Wichtigkeit einer guten Kohle dringend nöthig, die Operation der Wiederbelebung unter der speciellen Aufsicht der Fabrikanten auszuführen. Auch die Bereitung der frischen Kohle liegt dem Zuckerfabrikanten um so näher, als sie, wie gezeigt werden wird, auf zweckmäßige Weise mit der Wiederbelebung zu verbinden ist und der Fabrikant doch immer mindestens so viel neue Kohle bedarf, als zur Ergänzung des Abgangs bei der Wiederbelebung nöthig wird.

Zur Darstellung der thierischen Kohle eignen sich frische feste Rindsknochen und auch die von Pferden am besten; alle weicheren Knochentheile liefern eine schnell in feines Pulver zerfallende Kohle. Vor der Verkohlung werden die Knochen zerschlagen und dabei alle unnützen und schädlichen Theile, wie Zähne, Hörner und Hufe oder Klauen entfernt. Mitunter lohnt es sich, aus den frischen Knochen, zunächst durch Auskochen oder Dämpfen das Fett (Mark) zu gewinnen, was weiter gereinigt das beste Maschinenschmieröl liefert. Knochen, die bereits zur Leimfabrikation dienten, haben nur einen geringen Werth, da ihnen mit dem Leim das Material zur Bildung von Kohlenstoff entzogen wurde, den wir als den wirksamsten, wenn nicht allein werthvollen Theil ansehen müssen.

Zur Verkohlung der Knochen benutzt man noch am häufigsten eiserne runde Töpfe von etwa 1¼ Fuß Höhe

und $^3/_4$ Fuß Weite, deren mehrere zu einem 5 bis 6 Fuß hohen Stapel auf einander gesetzt und in kleine Oefen gebracht werden, deren Construction den sogenannten liegenden Ziegelöfen fast gleich kommt. Bei jedem Stapel ist nur der obere Topf mit einem Deckel versehen, da bei den übrigen ein Topf den andern deckt; sämmtliche Fugen sind mit Lehm zu verstreichen, um den Zutritt der Luft abzuhalten. In der Regel findet man vier solcher Oefen um einen gemeinschaftlichen Schornstein vereinigt, je zwei neben einander. An der schmalen Seite, dem Kamine gegenüber, befindet sich die Heizung und auf der Längenseite die Einsetzthür, welche nach der Füllung des Ofens vermauert wird. Die obere Fläche des Ofens dient in der Regel zum Trocknen der wieder zu belebenden Kohle, da das Ausglühen derselben mitunter in eben solchen Töpfen vorgenommen wird. Nach dem Füllen des Ofens ist die Heizung erst nach und nach zu verstärken, um ein Zersprengen der Töpfe zu verhüten. Durch eine kleine Oeffnung in der Einsetzthür läßt sich der Gang des Brandes beobachten. Die Erhitzung soll die helle Rothglühhitze nicht übersteigen. Sobald die an den Fugen der Töpfe sich zeigenden kleinen Flämmchen von brennendem Gase verschwinden, ist die Verkohlung vollständig erreicht und die Heizung zu beendigen. Die Abkühlung des Ofens muß gleichfalls allmälig erfolgen, damit kein kalter Luftzug die Töpfe trifft, wodurch sie leicht Sprünge erhalten. Nach dem Ausleeren werden die Töpfe gleich wieder gefüllt oder durch bereits gefüllte ersetzt, damit die Abkühlung des Ofens nicht weiter erfolgt, als zum Ein- und Ausleeren nöthig wird. Die Qualität der auf diese Weise gewonnenen Kohle läßt in der Regel nichts zu wünschen übrig; dagegen erfordert sie viel Brennmaterial und Töpfe, die selten lange brauchbar bleiben und bei aller Vorsicht oft zerspringen.

Außer dieser Verkohlung in Töpfen benutzt man dazu auch noch stehende oder auch liegende Cylinder, aus welchen die Kohle nach dem Glühen in besondere Gefäße zum Verglühen oder Dämpfen und Erkalten gebracht wird. In einigen Fabriken benutzt man mit Vortheil die beim Verkohlen der Knochen sich erzeugenden Gase als Leuchtgas, wozu eine ganz ähnliche Einrichtung wie bei der Bereitung des Steinkohlengases dient. Auf welche Weise jenes Gas auch zweckmäßig zur Heizung bei der Wiederbelebung der Kohle zu verwenden ist, wird die unten näher beschriebene Einrichtung zeigen.

Gut gebrannte Knochenkohle soll tief schwarz, mit einem sammetartigen Glanze erscheinen und stark an der Zunge haften. Durch zu starkes Brennen verliert sie viel an ihrer Porosität und Wirkung, beim Zutritt der Luft verbrennt ihr Kohlenstoff und sie erscheint dann weiß. Alte, verwitterte Knochen geben eine graue, mürbe Kohle und bei zu schwacher Erhitzung behält sie ein bräunliches oder fuchsiges Aeußere. Je nach der Festigkeit der Knochen erhält man 40 bis 60 Proc. Kohle von diesen. Zur Zerkleinerung dienen sehr verschiedene Einrichtungen, meist aber Walzen, wovon gewöhnlich zwei oder mehrere Paare über einander angebracht sind. Die oberen dienen dann mehr zum Zerbrechen der größeren Stücke, wozu sie mit kurzen Zähnen besetzt sind, während die unteren auf verschiedene Weise gereift werden, um möglichst wenig Staub zu liefern, der nur wenig Werth hat, da er selbst in den Raffinerien nur noch in geringer Menge angewandt wird. Durch Stoßsiebe oder besser durch Cylindersiebe erfolgt die Trennung der verschieden großen Körner, man zerkleinert die Kohle anfangs nicht sehr stark, weil die Körner durch den wiederholten Gebrauch nach und nach abgenutzt werden. In der Regel sind es Siebe, worin auf einen Zoll Länge fünf bis sechs Fäden oder Maschen kommen.

Beim Gebrauch dient die Kohle außer zur Entfärbung vorzugsweise zur Entfernung des Kalkes, der Alkalien und der durch diese in Auflösung erhaltenen schleimigen oder organischen Verunreinigungen des Saftes; um sie von diesen aufgenommenen Stoffen wieder zu befreien, ist sie einer Reihe von Operationen zu unterwerfen, welche nicht in allen Fabriken auf gleiche Weise ausgeführt werden.

Eine Hauptverunreinigung macht der Kalk aus, namentlich wenn keine Neutralisation desselben mittelst Kohlensäure stattfand. Die Kohle ist in der Regel auf dreierlei Weise durch den Kalk verunreinigt, ein Theil desselben gelangte als rein mechanische Verunreinigung des Saftes, wenn dieser trübe auf's Filter lief, in die Kohle, ein anderer Theil kam gelöst als Aetzkalk, oder in Verbindung mit Zucker als Zuckerkalk und endlich als kohlensaurer Kalk in das Filter. Die Kohle ist dadurch theils mechanisch durch den Kalk verunreinigt, theils ist derselbe damit als Verunreinigung inniger verbunden und endlich macht er als kohlensaurer und phosphorsaurer Kalk einen Bestandtheil der Kohle aus.

Die Trennung des Kalkes soll sich auf den Antheil beschränken, der nicht zum Bestand der Kohle gehört. Ein Theil dieses Kalkes läßt sich auf rein mechanischem Wege durch's Waschen der Kohle trennen, ein anderer Theil erfordert dagegen eine chemische Abscheidung. Die mechanische Trennung muß als die billigere der chemischen vorhergehen. Nach der Entfernung des Kalkes folgt dann zur weitern Reinigung der Kohle am zweckmäßigsten eine Zerstörung der organischen Verunreinigungen, die man zunächst am geeignetsten durch eine Fäulniß oder durch eine Verwesung derselben erreicht, der dann wiederum eine Trennung der gelösten Theile durch Auswaschen folgt, bevor man die gänzliche Zerstörung der organischen Verunreinigungen durch's Ausglühen der Kohle bewirkt. Hiernach hat sich die nachfolgende Behandlung der Kohle als zweckmäßig bewährt.

Die Kohle wird gleich nach dem Gebrauche gewaschen, dann aber zur Lösung des mehr gebundenen Kalkes und Beseitigung der alkalischen Reaction mit einer entsprechenden Menge Salzsäure behandelt, wozu man sie in eine flache, mit einem Siebboden versehene Bütte bringt und hier mit heißem Wasser übergießt, dem man zuvor, je nach der Menge des zu entfernenden Kalkes $^1/_2$ bis 1 Proc. vom Gewicht der Kohle an Säure beimischt. Durch Waschen der Kohle vor dem Ansäuern, was nicht immer in den Fabriken stattfindet, weil es zu umständlich erscheint, verliert die Kohle viel

von dem aufgenommenen Kalke und läßt dadurch eine Menge Säure ersparen.

Zur gleichmäßigen Vertheilung der Säure stellt man zweckmäßig in die Mitte der Bütte einen sogenannten Pfaff oder Bretterschlauch, der unterhalb des Siebbodens ausmündet und bis zur Höhe der Bütte aus den Kohlen hervorragt. In diesen Schlauch reicht von oben ein Bleirohr bis zum Siebboden, durch welches Dämpfe zuzuführen sind, die das im Schlauch befindliche Wasser schnell zum Kochen bringen. Durch diese Erhitzung gelangt die aufsteigende leichtere Flüssigkeit, zu welcher von unten immer wieder neue dringt, oberhalb der Kohle durch mehrere Oeffnungen des Schlauches in die Bütte zurück, wo sie die Kohle von oben nach unten durchzieht und dadurch eine gleichmäßige Vertheilung der sauren Flüssigkeit bewirkt. Die etwa noch fehlende Säure schüttet man dann nur nach und nach in den Schlauch. Um diese Circulation der Flüssigkeit von oben nach unten durch die Kohle recht gleichmäßig zu erlangen, umgiebt man den Schlauch mit einem Bretterkranz, wodurch die übersteigende Flüssigkeit mehr nach dem Rande der Bütte zu geleitet wird, da im andern Falle die Flüssigkeit mehr in der Nähe des Schlauches durch die Kohle ziehen würde. Man wendet in der Regel zwei Kränze an, einen engern und einen weitern, wodurch man die Circulation genau reguliren kann.

Die auf diese Weise von dem überschüssigen Kalk oder der starken alkalischen Reaction befreite Kohle kommt nun entweder zur nassen oder zur sogenannten trocknen Gährung, oder eigentlich zur Fäulniß oder zur Verwesung ihrer organischen Theile. Um die erstere zu bewirken, übergießt man dieselbe am besten in steinernen Behältern, da hölzerne Gefäße hier bald zerstört werden, mit so viel warmem Wasser, bis dies die Kohle ganz bedeckt. Um die Fäulniß zu befördern, setzt man dem Wasser von der bereits in Fäulniß begriffenen Flüssigkeit eines ältern Gefäßes hinzu, steht diese noch nicht zu Gebote, so leistet Kleienwasser oder eine andere leicht faulende Flüssigkeit die besten Dienste; hauptsächlich ist es aber eine Temperatur von 25 bis 30° C., die zu einer raschen Fäulniß nöthig wird, ein geringer Zusatz von Melasse befördert mitunter auch diesen Proceß. Der gute Fortgang desselben giebt sich durch die Entwicklung eines übeln Geruchs zu erkennen. Die anfangs entstehende Zähigkeit der Flüssigkeit vermindert sich nach und nach und ihr gänzliches Verschwinden kann als Beendigung des Processes angesehen werden, was innerhalb 6 bis 10 Tagen der Fall sein wird.

Will man die Zersetzung der organischen Beimischungen der Kohle durch eine Verwesung derselben bewirken, so bringt man sie in ein warm und feucht zu erhaltendes Local, dessen Steinboden mit einem hohlliegenden Bretterboden zu bedecken ist, auf welchem die Kohle nicht über 3 Fuß hoch aufzuschütten ist. Das Local muß den Bedarf an Kohle für mindestens 20 Tage fassen und erhält am zweckmäßigsten eben so viele Abtheilungen, um das tägliche Quantum abgesondert zu erhalten. Bei warmer, feuchter Luft wird bald eine Erwärmung des Haufens bemerkbar, nach wenigen Tagen überzieht sich derselbe mit einer weißen Schimmeldecke, die bei gutem Fortgang der Verwesung immer stärker wird, dann aber auch nach und nach wieder verschwindet, was gleichfalls als Zeichen der vollendeten Verwesung oder Beendigung des Processes anzusehen ist und je nach der Wärme des Locals innerhalb 12 bis 15 Tagen der Fall sein wird.

Nach beendigter Gährung (Fäulung oder Verwesung) wird die Kohle entweder sogleich gewaschen oder besser zunächst noch mit Dampf ausgekocht, wodurch das reinere Auswaschen sehr zu befördern ist. Zu dieser Behandlung mit Dampf bringt man die Kohle in mehr hohe als weite eiserne Cylinder und leitet so lange oberhalb Dampf zu, als unterhalb eine schmutzige, übelriechende Flüssigkeit abläuft. Es ist besser, zu diesem Ausdämpfen der Kohle keine hochgespannten Dämpfe anzuwenden, weil hier kein Trocknen der Kohle erreicht werden soll.

Zum Waschen dienen verschiedene Vorrichtungen. Am häufigsten geschieht es mittelst eines Schrauben- oder Schneckenganges, der sich in einem etwas geneigt liegenden Halbcylinder dreht. Während die im niedrigsten Theil zugeworfene Kohle durch die Drehung der Schnecke nach aufwärts geschoben wird, fließt ihr von hier das zugeführte Wasser entgegen. Am obern Theile wird die gereinigte Kohle durch den letzten Schneckengang ausgeworfen. Die Vorrichtung ist einfach, wäscht bei reichlichem Zufluß von Wasser recht gut und bedarf bei rascher Leistung, bis 150 Ctnr. binnen 24 Stunden, keine bedeutende Betriebskraft, sie verursacht aber einen größern Abgang an der Kohle, indem viele Körner von dem Schneckengange zerrieben werden.

Eine andere nicht selten in Gebrauch gekommene Kohlenwäsche ist die von Hofmann; sie besteht aus einer weiten, etwas conischen Trommel, die auf der äußern Peripherie mit zwei erhabenen Eisenschienen versehen ist, wodurch sie auf Frictionsrollen leicht drehbar wird. Die innere Peripherie der Trommel wird durch etwa 3 Zoll hohe Ringe in 6 bis 8 Zoll breite Fächer und diese wiederum durch Querleisten getheilt. Diese Querleisten haben eine solche Stellung, daß sie beim Drehen der Trommel die am weitern Theil eingeworfene Kohle aus dem untern Ring in den nächst höhern gleiten lassen und dieselbe auf diese Weise von einem Fach zum andern dem engern Theile der Trommel zuführen. Die Kohle kommt dabei mit dem von diesem Theile zufließenden Wasser in wiederholte Berührung, bis sie rein gewaschen hier die Trommel verläßt. Die Maschine liefert mit wenig Wasser eine reingewaschene und nicht zerriebene Kohle, dagegen wird getadelt, daß sich die Kohle darin zu sehr abrunde oder schleife und dadurch eine zu glatte, weniger wirksame Oberfläche erhalte.

In der kleinen Zuckerfabrik zu Hohenheim wird seit vielen Jahren eine sehr einfache Vorrichtung zum Waschen der Kohle angewandt, die mit wenig Wasser eine reine Kohle liefert und diese weder gewaltsam zerdrückt oder zerreibt, noch zu sehr abrundet oder schleift. Sie dient hier nur zum Handbetrieb, könnte aber auch leicht für den größern Bedarf mittelst einer Vorrichtung zum Maschinenbetrieb eingerichtet werden. Sie besteht aus einer einfachen Rinne, worin die an einem Ende hineingeworfene Kohle mittelst einer etwas gewölbten Sieb-

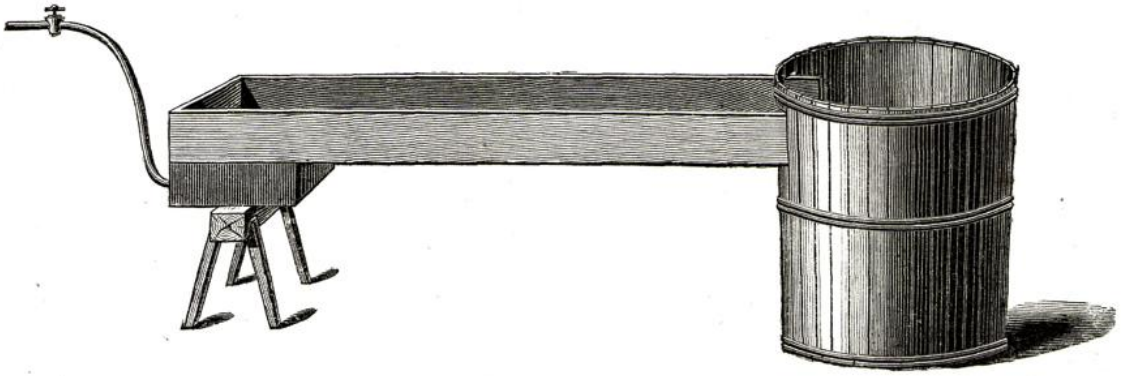
schaufel dem andern Ende, von welchem das Wasser zufließt, zugeschoben wird. Das untere Ende ist bis zur halben Höhe der Rinne geschlossen, so daß hier die Kohle stets mit Wasser bedeckt bleibt, während dies am obern Ende nur 2 bis 3 Zoll hoch steht. Die reine Kohle wird von hier mit der Schaufel entfernt, wobei sich genau darauf achten läßt, daß nur helles, reines Wasser davon abläuft. Das mit dem Schmutz und leichten Kohlentheilen abfließende Wasser wird zunächst in ein Gefäß geleitet, worin sich die allenfalls mit fortgerissene gröbere Kohle absetzt, die von hier wieder in die Maschine zurückzubringen ist; eine weitere Grube dient zum Absetzen des Schlammes, bevor das Wasser ganz entfernt wird.

In neuerer Zeit erhielt die Vorrichtung dadurch noch eine Verbesserung, daß am Boden des obern Theils der Rinne eine Vertiefung angebracht wurde, die mit einem Siebe bedeckt das zugeführte Wasser zunächst aufnimmt, so daß dieses von unten durch das Sieb in die Rinne gelangt, wobei es sich gleichmäßiger in der Kohle vertheilt als beim Zufluß von oben. Das Sieb ist auf der Vertiefung nur so weit befestigt, daß es nicht zu verschieben, aber leicht abzunehmen ist, um von Zeit zu Zeit die feine Kohle, die durch das Sieb gedrungen, aus der Vertiefung zu entfernen.

Fig. 74 zeigt die kleine Siebschaufel und Fig. 75 giebt eine Ansicht der Kohlenwäsche *).

Fig. 74.

Fig. 75.



Nach dem Waschen bringt man die Kohle zum Trocknen auf den Ofen, worin das Ausglühen derselben vorgenommen wird. Um dies Trocknen zu befördern, wird die Kohle in manchen Fabriken nach dem Waschen nochmals gedämpft und namentlich mit stark gespannten oder recht heißen Dämpfen, wodurch die Kohle ihr Wasser sehr rasch verliert; vielleicht wären dazu überhitzte Dämpfe mit besonderem Vortheil anzuwenden. Die früher schon angestellten Versuche, die Wiederbelebung der Kohle oder ihr Ausglühen mit solchen überhitzten Dämpfen auszuführen, scheinen kein günstiges Resultat geliefert zu haben, da es keine dauernde Anwendung gefunden hat.

Zum Ausglühen der Kohle dienen gegenwärtig fast allgemein Oefen mit stehenden Cylindern, die von oben gefüllt werden und unten wieder zu entleeren sind. Von der ganzen Länge dieser Röhren werden nur drei Viertheile vom Feuer berührt, das untere Viertel hängt frei unterhalb der Ofensohle und dient zum Verglühen oder Erkalten der Kohle, bevor sie aus dem Cylinder entfernt wird.

Fig. 76 zeigt den Längendurchschnitt und Fig. 77 den Horizontaldurchschnitt eines solchen Wiederbelebungsofens.

A ist der Feuerraum mit dem Roste *rr* . . . und den beiden durch eiserne Thüren gut schließbaren Heizöffnungen *hh*. *C* ist der Aschenfall. Das Traggewölbe *g* geht nur durch die Mitte quer durch und von ihm zweigen sich seitwärts zwei andere Bogen ab. *D* ist der eigentliche Glühraum, in welchem hier vierzig gußeiserne oben offene Cylinder *cc* . . . in vier Reihen stehen und resp. von den durch Rippen verstärkten gußeisernen Platten *pp* . . . getragen werden. Die durchbrochen gemauerte Feuerwand *ff* . . . trennt diesen Raum von *A*. Man sieht aus Fig. 77, daß die Oeffnungen des Feuerraums immer genau in die Mitte zwischen zwei Reihen der Cylinder *cc* fallen. Der Bogen des Traggewölbes *g'*, Fig. 76, ist natürlich nicht offen, sondern ausgemauert. *E* ist der Raum zum Entleeren der Cylinder von der ausgeglühten Kohle. In diesen Raum treten die Cylinder *cc* zum vierten Theil ihrer Länge durch die Platten *pp* hindurch frei hinab und sind hier unten durch Schieber *ss* geschlossen. *F* ist die aus gebrannten Steinen, möglichst großen Platten, herge-

*) Ihre bisherige Einrichtung wurde bereits 1839 im Hohenheimer Wochenblatte beschrieben und später auch in dem Lehrbuche der landwirthschaftlichen Gewerbe von Otto aufgenommen. Wir erwähnen dies hier, weil die jüngst in Preußen patentirte Kohlenwaschmaschine von Klusemann, die sehr gelobt wird, nach gleichem Principe gebaut zu sein scheint, nur daß dabei das Verschieben der Kohle statt mit einer durch die Hand geführten Siebschaufel mit mehreren solchen Schaufeln bewerkstelligt wird, die sich an quer über der Rinne angebrachten Axen befinden und außen mit conischen Rädern versehen sind, die durch eben solche Räder auf einer gemeinschaftlichen Welle ihre Bewegung erhalten.

Fig. 76.

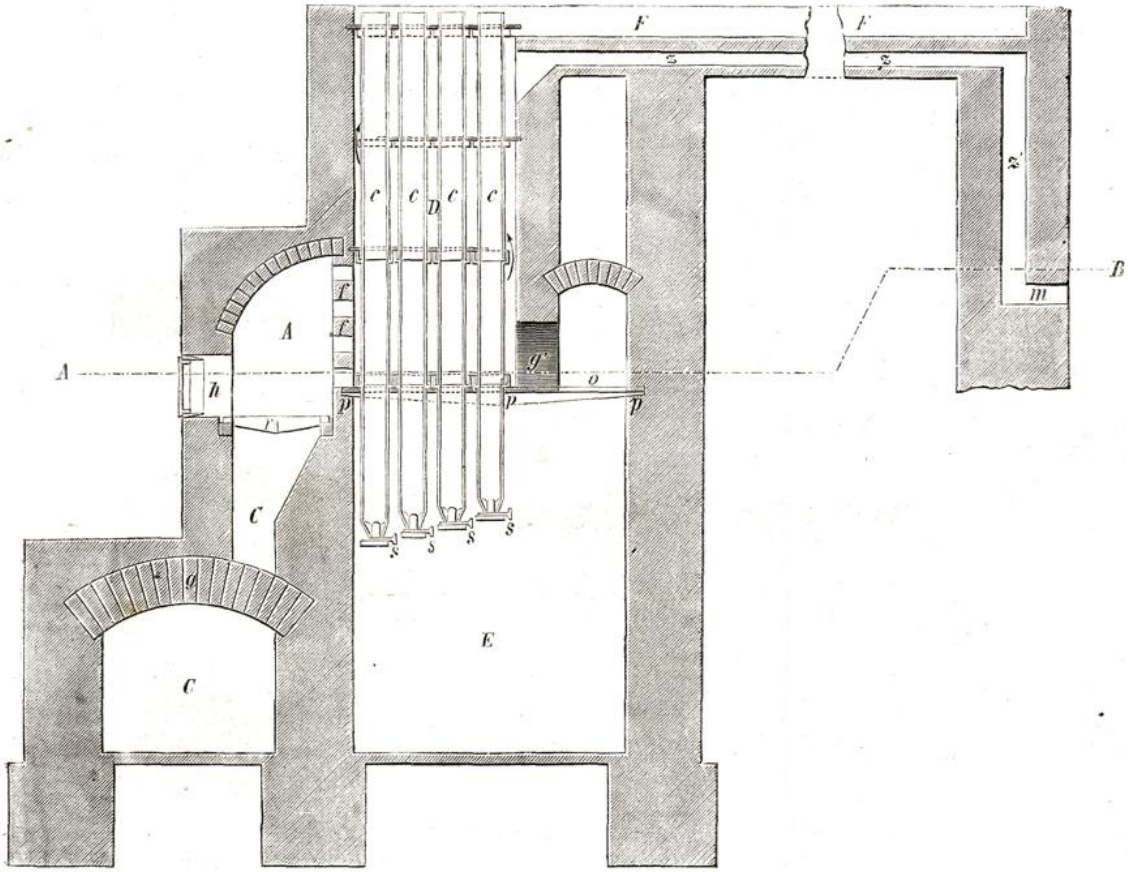
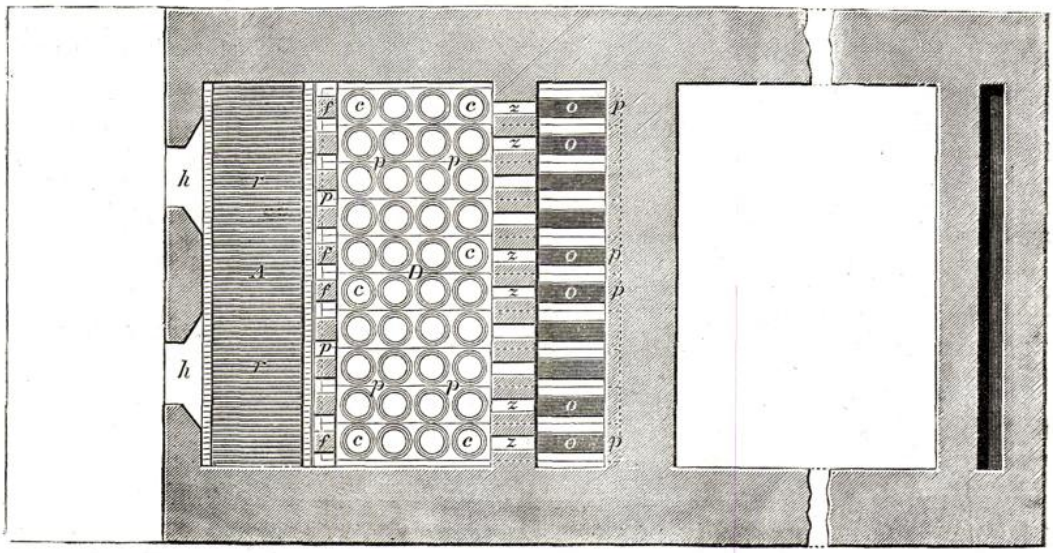


Fig. 77.



stellte Darrfläche zum Trocknen der Kohle. Die Fläche wird durch das abziehende Feuer erwärmt, indem dies, ehe es in den Schornstein gelangt, in den Zügen *ss* unter der Darrfläche fortgeleitet wird. Diese Züge vereinigen sich zuletzt in dem Zuge *s'*, welcher bei *m* in den Schornstein mündet.

Die Art und Weise, wie mit dem Ofen gearbeitet wird, bedarf nur weniger Worte zur Erläuterung. Nach Füllung der Röhren und Beginn des Heizens wird das untere Drittel der vom Feuer umspielten Röhren zunächst vollständig durchglüht werden, was durch kleine in den Seitenwänden des Ofens angebrachte schließbare Oeffnungen zu beobachten ist. Sobald dies bemerkbar wird, öffnet man der Reihe nach die Schieber *s* und entfernt aus dem untern freihängenden Theile der Röhren zunächst etwa die Hälfte der darin befindlichen Kohle; hierdurch wird von den bereits glühenden aus dem Ofen in die freihängenden Röhren niedersinken und durch die minder glühenden von oben ersetzt werden, was dann ein Nachfüllen der Röhren von der Darre nöthig macht. Sobald der heißere Theil der Röhren wiederum eine helle Rothglühhitze zeigt, werden die Schieber *s* auf's Neue gezogen und nun so viel Kohle unten entfernt, als noch von der ersten Einfüllung ungeglüht unten vorhanden ist. Die Kohle von diesen beiden ersten Abzügen bringt man oben auf den Ofen zurück, weil sie der Glühhitze noch nicht ausgesetzt waren. Ist der Ofen in regelmäßigem Gange, so können dann alle halbe Stunde aus jedem Cylinder etwa so viel wie in dem heißern Theile gehörig durchgeglüht und in dem freihängenden Theil völlig verglühte Kohle als fertig abgezogen werden; man zieht jedoch stets etwas weniger ab, um sicher zu sein, daß keine ungeglühte Kohle mit entfernt wird. Zum Auffangen der abzuziehenden Kohle dient ein kleines Gefäß, dessen Inhalt die Menge der fertigen Kohle genau bestimmen läßt.

Damit sich die Temperatur in dem Raume *E* nicht zu sehr erhöhe, sind die Platten *p* so gegossen, daß sie hinten die vierseitigen Oeffnungen *oo* . . . bilden, durch welche die heiße Luft in die Höhe treten kann. Hauptbedingung zur Erlangung einer guten Kohle ist eine gleichmäßige Heizung, wozu sich Torf und Braunkohle besser eignen als Steinkohlen, die die zunächst stehenden Röhren bald verbrennen. Ein Ofen mit 40 Röhren kann bei aufmerksamer Bedienung binnen 24 Stunden 200 Ctnr. geglühte Kohle liefern.

Statt der runden Röhren werden zweckmäßiger ovale Röhren angewandt, weil sie mehr Heizfläche im Verhältniß zum Querschnitt darbieten.

Für den kleinern Bedarf hat sich die in der Zuckerfabrik zu Hohenheim ausgeführte Verbindung der Vorrichtungen zum Trocknen, Ausglühen der gebrauchten und zur Bereitung von frischer Kohle bewährt.

Fig. 78 zeigt einen Längendurchschnitt und Fig. 79 einen Horizontaldurchschnitt dieser Einrichtung. *A* ist der Feuerraum, dessen Aschenfall *G* nach vorn ganz geschlossen ist, so daß der Luftzutritt nur durch das Rohrstück *a* aus dem Raume *H* erfolgt.

Die beiden Cylinder *BB* dienen zur Verkohlung der Knochen; sie werden oberhalb gefüllt und durch den Deckel *f* einzeln geschlossen, während sie unterhalb mit dem gemeinschaftlichen Schieber *g* versehen sind. Die bei der Verkohlung erzeugten Gase entweichen durch ein unten seitwärts befindliches Rohr in den Feuerraum *A*, wo sie sich entzünden und dadurch zur Heizung wesentlich beitragen.

Die Blechkapsel *E* dient zur Aufnahme der frischen Kohle; sie ist nach der Füllung durch eine zweite zu ersetzen. Der Raum, worin sich die Glüh- oder Wiederbelebungsröhren *CC* befinden, ist hier auf der halben Höhe in zwei Etagen getheilt; auch die Cylinder haben nicht die ganze Höhe; sie sind aus zwei Stücken zusammengesetzt, wovon das untere Rohr vorzugsweise zum Durchglühen der Kohle dient, während diese im obern nur stark erhitzt wird. Unten stehen die Cylinder auf einer Gußplatte mit entsprechenden Oeffnungen für den trichterförmigen Theil der Röhren, die hier durch Schieber zu verschließen sind.

Die unteren Cylinder hängen in einer Gußplatte, die auf dem flachen Gewölbe ruht. Die obere Abtheilung wird durch eine eben solche Platte gedeckt. In jedem Wiederbelebungscylinder steckt ein engeres Rohr *e*, um den innern Raum auszufüllen und das vollständige Durchglühen der Kohle, die den Zwischenraum ausfüllt, zu erleichtern; zugleich läßt das leere Rohr sicherer das vollständige Durchglühen der Kohle erkennen.

Die Säule *b* dient zur Unterstützung der untern Platte. Der in dem untern Theile des Ofens von feuerfesten Steinen aufgeführte Pfeiler *c* giebt dem flachen Gewölbe mehr Halt und die Zwischenwand *d* im obern Raume leitet die Hitze in der durch die Pfeile angezeigten Richtung. Durch den Zug oder Canal *m* gelangt die Feuerluft vom untern in den obern Theil des Ofens und von diesem durch den Canal *n* unter die Trommel *D*, bevor sie durch die Oeffnung *o* in den Kamin *p* entweicht.

Die Trommel *D* dient zum Trocknen der feuchten Kohle. Sie ist auf der Axe *q* durch Arme befestigt und durch diese mittelst der Kurbel *r* in den Pfannenlagern *ss* drehbar. Nach der Kurbel zu ist ein Schneckengang auf der Axe befestigt, welcher sich hier in einem festliegenden Rohrstücke bewegt. In dieses Rohrstück mündet der Trichter *h*, der die Kohle zunächst aufnimmt. Der Schieber *i* läßt die Oeffnung unter dem Trichter beliebig verschließen und die Menge der zuzuleitenden Kohle bestimmen. Beim Drehen der Axe wird die Kohle durch den Schneckengang nach und nach in die Trommel gebracht, aus welcher sie am weitern Theile auf die obere Ofenplatte und von hier in die Glühcylinder fällt.

Die Cylinder *F* dienen zur Aufnahme der geglühten Kohle, welche darin bis zum Erkalten gegen den Zutritt der Luft geschützt bleibt. Zweckmäßiger wäre es, die Glühcylinder wie bei dem oben beschriebenen Ofen unterhalb mit freihängenden Verglühröhren zu versehen, so daß nur verglühte Kohle zur Ausleerung käme.

Etwa zwei Stunden nach dem Anfüllen der Cylinder *BB* mit Knochen sind diese hinreichend verkohlt, was man an dem Erlöschen der Gasflamme, die in den Ofen streicht, erkennt. Vor dem Ausleeren werden dann die Dämpfer *E*, deren mehrere vorhanden sind, gewechselt. Man zieht den Schieber *g* und öffnet gleich-

zeitig die Cylinder oberhalb, um nöthigenfalls die sich sperrenden Kohlen von oben nach abwärts stoßen zu können. Sind die Cylinder und der Dämpfer durch ihre Schieber wieder geschlossen, so werden die ersteren wieder mit frischen Knochen gefüllt und sämmtliche Fugen mit Lehm verstrichen. Jede Füllung der beiden

Fig. 78.

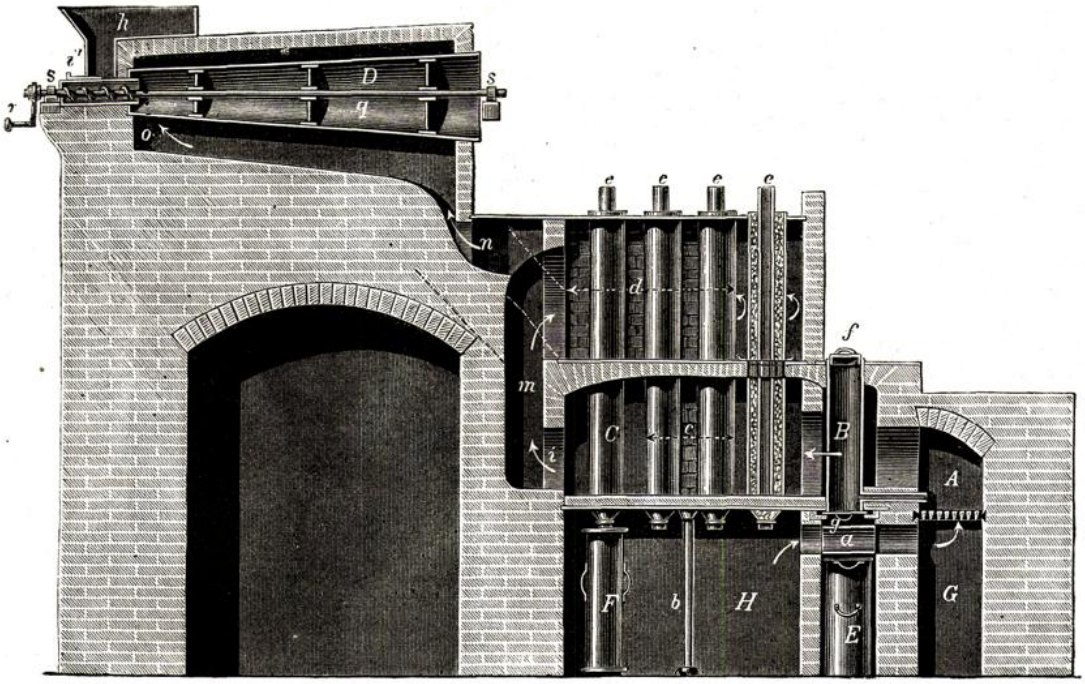
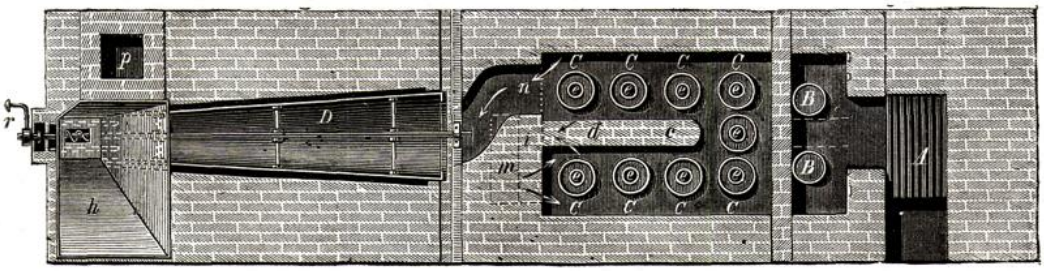


Fig. 79.



Cylinder liefert 50 bis 60 Pfd. Kohle, so daß täglich 5 bis 6 Ctnr. Kohle leicht zu gewinnen sind.

Erkennt man durch die inneren Röhren der Wiederbelebungscylinder, daß die Kohle in der untern Abtheilung vollständig durchgeglüht ist, so wird der Inhalt dieses untern Theils in einen der Dämpfer F abgezogen. Der Inhalt der obern Abtheilung gelangt dann in die untere und die obere wird auf's Neue mit der in D getrockneten Kohle gefüllt.

Bei regelmäßigem Gange wird es möglich, jede Stunde eine neue Portion Kohle abzuziehen. Die Dämpfer F bleiben zunächst in dem untern Raume stehen, um ihre Wärme für die Feuerung noch nutzbar zu machen. Jeder Abzug liefert hier etwa 50 Pfd. Kohle, so daß mit jedem Cylinder täglich circa 10 Ctnr. wiederzubeleben sind. Der Aufwand von Brennmaterial beträgt bei der Verwendung eines mittelguten Torfs etwa 1 Ctnr. für 5 Ctnr. Kohle. Die Ersparung an Brennmaterial durch die Benutzung der Gase zeigt sich dabei als sehr erheblich, da ohne diese eine weit stärkere Heizung nöthig wird, die ein schnelleres Verbrennen der Cylinder herbeiführt.

Die Kohle erleidet durch den Gebrauch und bei ihrer Wiederbelebung einen Abgang von 6 bis 8 Proc., welcher um so bedeutender ist, je mehr Säure zur Entfernung des aufgenommenen Kalks nöthig wird. Sie erlangt ihre Wirksamkeit in um so höherem Grade wieder, je vollständiger sie von dem aufgenommenen Kalke und von ihren übrigen Verunreinigungen, durch den Gährungsproceß und durch's Glühen wieder befreit wurde.

Zur Ermittlung der aufgenommenen Kalkmenge, um danach die Menge der nöthigen Säure genauer bestimmen zu können, wurde zuerst von Schatten ein Verfahren angegeben, welches bisher die meiste Verbreitung gefunden, obgleich seitdem schon viele andere ge-

nauere Prüfungsarten in Vorschlag gebracht wurden. Die Ungleichheit des Kalkgehalts der Kohle von ein und demselben Haufen oder nach jedem Gebrauche derselben vermindert den Werth einer genauern Ermittlung, wenn diese auf Kosten der Einfachheit und Sicherheit für weniger Geübte erlangt werden kann.

Nach der Angabe von Schatten hat man ein bestimmtes Quantum (8 Loth) der zu untersuchenden Kohle, getrocknet und fein gestoßen, mit der doppelten Menge verdünnter Essigsäure (1,0115 spez. Gew.) unter Erwärmung auf 75 bis 80° C. zu übergießen, nach dem Erkalten zu filtriren und dann aus der Zunahme des spezifischen Gewichts der erhaltenen Auflösung die vorhandene Kalkmenge zu bestimmen. Zur Prüfung der Auflösung dient ein Aräometer (Kalkwage), welches den Gehalt des aufgenommenen Kalkes von 0 bis 15 Proc. der Kohle erkennen läßt.

Statt der Kalkwage kann auch das Saccharometer von Brix dienen, wozu Professor Otto die nachfolgende Reductionstabelle geliefert hat.

Grade Brix.		Grade Schatten.	Grade Brix.		Grade Schatten.
4	=	1,2	10	=	8,2
4,5	=	1,7	10,5	=	8,7
5	=	2,3	11	=	9,3
5,5	=	2,9	11,5	=	9,9
6	=	3,5	12	=	10,5
6,5	=	4,1	12,5	=	11,1
7	=	4,7	13	=	11,7
7,5	=	5,2	13,5	=	12,2
8	=	5,8	14	=	12,8
8,5	=	6,4	14,5	=	13,4
9	=	7,0	15	=	14,0
9,5	=	7,6			

Da selbst die verdünnte Essigsäure, wie sie Schatten anwendet, wenn sich in der Kohle keine genügende Menge kohlensaurer Kalk zu ihrer Sättigung findet, den phosphorsauren Kalk der Kohle löst, so empfiehlt Otto zur Ermittlung des aufgenommenen Kalkgehalts eine verdünnte Salzsäure von bestimmtem Procentgehalt oder spezifischem Gewicht (4,5° Brix oder 1,017 spez. Gew.) mit einem Säuregehalt von 3,6 Proc. anzuwenden und mit dieser Probesäure die zu untersuchende Kohlenprobe nur bis zur schwachen Säuerung zu versetzen. Nach seiner Angabe sind 50 Gramm dieser verdünnten Säure 49,1 Cubikcentimeter, und da diese 1,8 Gramm Salzsäure enthalten, so sind in 50 Cubikcentimeter der Probesäure 1,83 Gramm Salzsäure, die von 2,5 Gramm kohlensaurem Kalk neutralisirt werden, wonach 10 Cubikcentimeter der verbrauchten Säure 0,5 Gramm kohlensaurem Kalk entsprechen.

Man nimmt zu einer solchen Probe 50 Gramm der pulverisirten Kohle und übergießt sie in einem kleinen Messingkessel mit 200 Gramm Wasser. Der Kessel wird über eine Spirituslampe gestellt und darüber eine Mohr'sche Röhre mit Quetschhahn, aus welcher man je 5 Cubikcentimeter der Probesäure einfließen läßt. Hierauf bringt man die Probe zum Sieden und erhält sie einige Minuten bei dieser Temperatur; dann nimmt man den Kessel von der Lampe, worauf sich die Flüssigkeit bald klärt. Man taucht dann einen Streifen blaues Lackmuspapier ein. Bleibt das Papier blau oder erhält es keine entschieden rothe Färbung, so kommt der Kessel wieder über die Lampe; man läßt von Neuem 5 Cubikcentimeter Probesäure einfließen, mischt, kocht oder erhitzt einige Minuten unter Umrühren, nimmt den Kessel ab und prüft die Flüssigkeit abermals mit Lackmuspapier. So operirt man fort, bis sich entschieden rothe Färbung des Papiers zeigt. Dann erhitzt man nochmals einige Minuten, wodurch die rothe Färbung des Papiers nicht wieder vergehen darf, sonst muß man nochmals 5 Cubikcentimeter Probesäure einfließen lassen.

Je 10 Cubikcentimeter der verbrauchten Probesäure zeigen 1 Proc. aufgelösten kohlensauren Kalk.

Bei dieser Prüfung ist die angegebene Wassermenge, die zuzusetzen ist, genau einzuhalten und das durch's Kochen verdampfte wieder zu ergänzen. Die rothe Färbung des Papiers muß entschieden erlangt werden. Sollte man zweifelhaft sein, die genügende Menge Säure verwandt zu haben, so schlägt Otto noch eine weitere Prüfung vor; man bringe von der Flüssigkeit ein wenig auf ein kleines Filter und versetze das Filtrat mit Ammoniak; entsteht hier ein gelatinöser Niederschlag, der die ganze Flüssigkeit dickflüssig macht und nicht in einzelnen Flocken auftritt, so hat man schon zu viel Säure angewandt und es ist dann schon phosphorsaurer Kalk gelöst; Ammoniak soll das Filtrat ganz klar lassen oder nur wenig Flocken ausscheiden. Hat man durch die Probe 3 Proc. Kalk gefunden, so kann man der Kohle ohne Nachtheil $2\frac{1}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Proc. Kalk durch die Säuerung entziehen.

Eine andere sehr nachtheilige Verunreinigung der Kohle ist die mit Gips, der durch die Verwendung eines gipshaltigen Wassers oder durch einen gipshaltigen Kalk bei der Defecation, oder aber auch durch die Anwendung einer schwefelsäurehaltigen Salzsäure in die Kohle gelangen kann. Diese Verunreinigung wird dadurch nachtheilig, daß der Gips beim Glühen eine Kalkschwefelleber bildet, welche durch die ätzenden Alkalien des geschiedenen Rübensaftes bei der Filtration eine leichter lösliche Kalkschwefelleber entstehen läßt, die wieder von den Metallgefäßen zerstört wird und dem Zucker eine graue Farbe ertheilt. Um den Gips aus der Kohle zu entfernen, wird es nöthig, diese mit kohlensaurem Natron auf ähnliche Weise zu behandeln, wie es bei dem Ansäuern der Kohle näher angegeben wurde. Statt der Säure wird dann zunächst so lange kohlensaures Natron zugesetzt und gekocht, bis die Kohle entschieden alkalisch reagirt; nach dem Ablassen der dunkelgefärbten Flüssigkeit ist die Kohle wiederholt zu waschen, um alles Natron zu entfernen, wonach dann das Ansäuern erfolgen kann.

Die vollständige Beschreibung der Darstellung der Knochenkohle siehe bei Beinschwarz im Hauptwerk Bd. I. S. 790.

Saccharimetrie. Die analytischen Methoden, welche zur Untersuchung zuckerhaltiger und vorzugsweise rohrzuckerhaltiger Stoffe dienen, nennt man saccharimetrische Methoden, die Untersuchung zuckerhaltiger Stoffe Saccharimetrie, die dazu benutzten Apparate Saccharimeter. Es giebt drei wesentlich verschiedene saccharimetrische Methoden, die sich gegen-