

gehäuse und an den Enden der Canäle des Cylinders, bei *ss*, Fig. 7, gläserne Schmierbüchsen eingesetzt. Während der Compression dringt in den oberen Raum der Schmierbüchse aus dem Druckraume etwas Pressluft, welche sich bei der nächstfolgenden Saugperiode ausdehnt und das Oel zwischen die Gleitflächen des Schiebers, bezw. in den Lufteylinder drückt. Das Maass, in welchem geschmiert wird, ist an den durch das Oel aufsteigenden Luftblasen erkennbar und kann entsprechend regulirt werden.

Bei dem Lufteylinder werden sowohl der Mantel, als auch die beiden Deckel mit circulirendem Wasser gekühlt. Das Kühlwasser tritt, wie aus Fig. 7 zu ersehen ist, oben in den einen Cylinderdeckel ein, und wird unten durch eine äussere Rohrleitung in den Cylindermantel eingeleitet. In dem Mantel circulirt das Kühlwasser zwischen den Rippen der aussen an dem Futter des Lufteylinders angegossenen Spirale und gelangt durch eine zweite Rohrleitung in den zweiten Cylinderdeckel, aus welchem es oben herauströsst. Für gewöhnlich hohe Luftspannungen ist diese äussere Kühlung ausreichend. Für höhere Pressungen erhalten die Compressoren bei Vorhandensein von reinem Einspritzwasser ausserdem eine mittelst einer kleinen Pumpe betriebene Spritzvorrichtung, welche während der Druckperiode, während welcher die Kühlung am wirksamsten ist, das Kühlwasser in den Lufteylinder einspritzt. Bei guter Zerstäubung des Einspritzwassers mischt sich dasselbe vollständig mit der Luft und setzt sich in dem Luftreservoir wieder ab. Damit beim Anlassen der Maschine das zufällig von der Einspritzung im Cylinder zurückgebliebene Wasser selbstthätig entweichen kann, ist unten an den beiden Enden desselben je ein Sicherheitsventil (*ww*, Fig. 7) angebracht.

Der Cylinder hat ein eingeschobenes Futter als Kolbenlauf, auf welchem aussen die erwähnte Spirale angegossen ist. Am vorderen Ende des Cylinders ist das Futter durch Metallschrauben mit dem Mantel verbunden, wogegen am hinteren Ende eine Abdichtung mittelst einer Gummisehnur angebracht ist. Es kann deshalb das schadhafte gewordene Futter leicht und bequem ausgewechselt werden.

Von den beiden aufgestellten Compressoren war der eine die Hälfte eines Zwillingcompressors, mit einem Kolbendurchmesser von 600 *mm* bei dem Lufteylinder und 650 *mm* bei dem Dampfeylinder; der Hub war 900 *mm*. Die Dampfmaschine besitzt eine Meyer'sche, von der Hand stellbare Steuerung. Der Dampf- und Lufteylinder sind auf einem gemeinsamen Fundamentrahmen montirt und ausserdem durch eine starke, oben zwischen beide eingesetzte Stange (*σ*, Fig. 7) gegeneinander abgespreizt. Der Compressor liefert bei 70 Umdrehungen in der Minute im Ganzen 64 *m*<sup>3</sup> Luft von atmosphärischer Spannung.

Der andere, für den Betrieb der Harrass'schen Bohrmaschine dienende kleine Compressor war mit Riementrieb eingerichtet und lieferte bei 130 minutlichen Umdrehungen 1,8 *m*<sup>3</sup> Luft. Derselbe hat einen Kolbendurchmesser von 200 *mm* bei 240 *mm* Hub. Der Lufteylinder ist mit einer Mantelkühlung versehen, wie solche oben beschrieben wurde. Die Antriebswelle ist gekröpft und trägt beiderseits aufgekeilte, für den Riementrieb abgedrehte Schwungräder. Dieser kleine Compressor lieferte den Beweis, dass die gewählte Construction für grössere Tourenzahlen sehr gut geeignet ist, indem er während des Betriebes ausgezeichnet functionirte und fast geräuschlos ging.

Von der genannten Firma wurde auch eine Vacuumpumpe mit gleicher Einrichtung des Schiebers und der Ventile ausgestellt. Dieselbe hat 700 *mm* Kolbendurchmesser und 900 *mm* Hub. Um das von dem Condensator in grösseren Mengen mit übergeführte Wasser schnell aus dem Cylinder zu entfernen, werden Schieber und Ventile auch nach unten verlegt.

Mehrere uns vorliegende Diagramme, sowohl von Compressoren, als auch von Vacuum-pumpen, zeigen neben der Eigenheit der Ueberströmung eine tadellose Functionirung der Steuerung.

Nach dem Vorgeführten verdient der Harrass'sche Compressor unter den schnelllaufenden Schiebercompressoren mit Ueberströmungsvorkehrung wegen seiner Einfachheit, sowie wegen seiner sonstigen Vorzüge unstreitig an erster Stelle genannt zu werden.

## K a o l i n.

### Allgemeines, namentlich seine Charakteristik nebst Formel und dem Vorgange der Kaolinisirung in chemischer, wie genetischer Beziehung.

Von Dr. C. Bischof in Wiesbaden.

Der Kaolin bildet eine bestimmte, durch gewisse gemeinsame und genau zu charakterisirende Eigenschaften in sich abgeschlossene, wie von anderen sich bestimmt unterscheidende Thongattung.

Mit dem Namen Kaolin bezeichnet man sowohl das ganze, oft noch andere Mineralien, wie Quarz, Glimmer etc. enthaltende Zersetzungsproduct der feldspathhaltigen Gesteine, als auch das Mineral für sich, welches bei der Zersetzung der Kalifeldspathe als Rest verbleibt. Für letzteres hat man zweckmässig den Namen Kaolinit vorgeschlagen, während der Name Kaolin

für das gesammte als Rohkaolin bezeichnete Zersetzungsproduct bestehen bleibt, unbekümmert darum, ob dasselbe sich noch auf der ursprünglichen Lagerstätte befindet oder fortgeführt und etwa schon natürlich geschlämmt wurde.

Ein Rohkaolin gibt sich gewöhnlich sofort durch die Einmischung zahlreicher Quarzkörner, wohl auch unzersetzt Feldspathfragmente und sichtbarer Glimmerschuppen, sowie durch eigenthümliche Beschaffenheit des thonigen Antheils zu erkennen.

Das Schlammproduct, natürliches oder künstliches,

die Porzellanerde, nach der chinesischen Bezeichnung Kaolin<sup>1)</sup>, von seiner Verwendung zur Porzellanbereitung auch Porzellanthon<sup>2)</sup> genannt, ist von weisser, graugelblich-, bräunlich- und röthlichweisser Farbe, theils krümelig oder erdigstaubig, selten steinhart, fühlt sich trocken an und ist wenig plastisch, haftet stark an der Zunge und saugt Wasser, wie flüchtige Stoffe (auch Rauch) besonders gierig ein.

Charakteristisch ist für die Porzellanerde ihre kurze und trockene Beschaffenheit und erweist sie sich mehr locker als plastisch. Die grosse Voluminosität des Kaolins und die dadurch bedingte Porosität bei schwächerem Brande, wie auch theilweise dessen auffallendes starkes Schwinden ist der grossen Feinheit des Kaolinkorns zuzuschreiben. Der Kaolin nimmt mit dem Fingernagel gerieben in der Regel keinen Glanz an. Im Vergleich mit den meisten sonstigen Thonen ist der natürlich oder künstlich geschlämte Kaolin wesentlich thonerdereicher und besonders schwer schmelzbar. Behandelt man beide in der Kälte mit Schwefelsäure, so bleibt nach Elsner die Mischung des Kaolins viel länger trübe, auch hat sich augenscheinlich mehr Thonerde gelöst, als bei den plastischen Thonen, wozu alle weichen, fetten oder die eigentlichen Thone zu rechnen sind. Es klären sich letztere beim Schlämmen rascher, als der Kaolin.<sup>3)</sup> Der Kaolin in reinem Zustande erweicht im Vollbrande in eigenartiger Weise zu einer porzellanartigen Masse<sup>4)</sup>, die nach Laurent und anderen Forschern alsdann specifisch leichter ist, also an Volumen zunimmt. Ferner kommt beim Glühen dem Kaolin die wichtigste und besonders zu beachtende Eigenthümlichkeit zu, seine völlige Schwindung erst in höherer Temperatur, nach Schumacher in der Weissgluth des Porzellanofens, zu erreichen, während bei den fetten

<sup>1)</sup> Kaolin ist nach Julien eigentlich der Name eines östlich bei Kingtetschin gelegenen Gebirges mit Feldspathgestein. Nach Richtofen wurden nämlich Proben des dortigen Pochmebles mit dem Stempel „Kaoling“ versehen nach Europa verkauft. Die Franzosen schrieben diesen Namen „Kaoling“, Kaolin, welche Bezeichnung dann von ihnen auf die natürlich vorkommende Porzellanerde übertragen wurde. Sprechsaal, 1881, S. 261.

<sup>2)</sup> Im specielleren Sinne wird darunter ein mehr fetter Kaolin verstanden, der als ein natürliches Gemisch von Kaolin und Thon angesehen werden kann.

<sup>3)</sup> Nach Nowotny setzt sich in Wasser suspendirter Kaolin viel langsamer ab, wenn derselbe frisch der Grube entnommen, als wenn er vorher längere Zeit an der Luft gelegen. Die Ursache soll ein wenig kieselsaures Kali sein, das emulsirend wirke und durch Umsetzung in kohlenensaures Kali diese Eigenschaft einbüsse. Nach derselben Quelle wird so in den böhmischen Kaolinschlammereien eine kleine Menge Aetzkalk zum Niederschlagen verwendet. Thonindustrie-Zeitung, Nr. 32, 1887.

<sup>4)</sup> Nach Brogniart: *Traité des arts céramiques*, tom. I, S. 80, ist der künstlich aus chemisch reinen Substanzen zusammengesetzte Kaolin wesentlich leichtflüssiger, als der natürliche. Die von mir wiederholten vergleichenden Versuche ergaben, dass diese Beobachtung nur bedingt richtig ist. Werden nämlich die natürlichen Verhältnisse in der strictesten und selbst minutiösesten Weise bei der künstlichen Zusammensetzung innegehalten und verfolgt, so schwindet die angegebene Verschiedenheit der Schmelzbarkeit immer mehr bis auf nahe oder sehr nahe Null herab. Dingler's Journal, B. 216, S. 354.

Thonen dies schon im Steingutbisquitofen der Fall ist.<sup>5)</sup> Weiter fand noch Seger, dass das Schwinden bei einem plastischen Thon auch bereits in niedrigerer Temperatur beginnt, als beim Kaolin.<sup>6)</sup>

Nach umfassenden Versuchen von Hecht<sup>7)</sup> schwinden unter einer Reihe von Kaolinen gegenüber mehr oder weniger plastischen Thonen, letztere in Silberschmelzhitze stets mehr und zeigen sie auch häufig eine grössere Endschwindung. Derselbe Autor bestimmte auch bei den angeführten gründlichen Versuchen die Dichtigkeit der Kaoline wie plastischen Thone in verschiedenen Temperaturen. Es ergibt sich daraus die interessante Beobachtung, dass die Dichtigkeit durchweg und in verhältnissmässig geringerer Temperatur bei den Kaolinen eine ansehnlich grössere sei; dieselbe nimmt bei zunehmender Temperatur langsam ab, während sie sich bei den plastischen Thonen rasch und sehr bedeutend vermindert. Bei den Kaolinen dürfte hinsichtlich dieser Abnahme das pyrometrische Verhalten einen Maassstab abgeben und die Verdichtung um so länger bei der Steigerung der Temperatur anhalten, je schwerer schmelzbar der bezügliche Kaolin ist, wesshalb in dieser Beziehung die Glüherscheinungen weiterhin zu verfolgen sind.

Schwinden der Kaoline. Als Beispiel der Schwindung und des Verlaufes des Schwindens der Kaoline in höheren Hitzegraden mögen hier, als Abschnitt für sich, von dem Verfasser sorgfältig angestellte Versuche mit zwei Kaolinen erwähnt werden, wenn auch die Angaben, namentlich hinsichtlich der Temperatur, nur als annähernde zu bezeichnen sind, und ist hiebei zu bemerken, dass die bezeichneten Temperaturen in verhältnissmässig sehr kurzer Zeit erreicht wurden. Wie bei früheren Versuchen dargelegt wurde, ist für die Schwindung nicht allein die Höhe der Temperatur, sondern auch deren Dauer maassgebend, das heisst bei längerer Dauer der gleichen Temperatur ist die Schwindung eine andere, resp. eine grössere. Die zum Versuch genommenen Kaoline sind: a) der englische Chinaclay aus Cornwall und b) der böhmische aus Zettlitz. Die angegebenen Zahlen bilden das Mittel aus je zwei Bestimmungen. — Die bei 100° C getrockneten und abgemessenen Proben schwanden bei 1250° a) 8,6% und b) 15,5%, bei circa 1400° a) 16,2% und b) 18%. Mit dieser Temperatur erreichte der Glühverlust oder das ausgetriebene Wasser sein Ende. Die Schwindung setzt sich, wie auch bei den Versuchen des Verfassers mit der Thonerde gefunden wurde, dennoch theils, aber im geringen Grade weiter fort.

Bei circa 1640° schwand a) 17,5 und b) 18%.

Bei circa 1720° schwand a) 17% und b) ebenso 17%, bei circa 1730° a) 16,6 und b) 16%, bei circa 1735° a) 16% und b) 15%. Bei noch stärkerem Glühen hatten sich die Proben und namentlich die des China-

<sup>5)</sup> Sprechsaal, 1878, S. 34.

<sup>6)</sup> Thonindustrie-Zeitung, 1881, Nr. 3.

<sup>7)</sup> Dr. Hecht, Ueber die Dichtigkeit der reinen Kaoline und feuerfesten Thone und ihre Beziehung zur Plasticität. Thonindustrie-Zeitung, 1891, Nr. 17, 18.

clay so krumm gezogen, dass eine genaue Messung nicht mehr anzustellen war. Hieraus ergibt sich:

1. Die grösste Schwindung stellt sich beim Fortgehen des letzten chemisch gebundenen Wassers oder bald nachher ein, innerhalb der Temperatur von circa 1250 bis 1400° C. Es zeigt sich hiebei innerhalb enger Temperaturgrenzen eine grosse Empfindlichkeit<sup>9)</sup> hinsichtlich des Schwindens, indem eine geringe Temperatursteigerung eine verhältnissmässig grosse Wirkung zu Wege bringt.

2. Mit der Temperatur von circa 1640° tritt unzweifelhaft eine grössere Gleichmässigkeit, ja nimmt man den Versuch *b* als Norm an, eine völlige ein, so dass die bisherige Verschiedenheit unter den beiden Kaolinen aufgehoben oder ausgeglichen erscheint.

3. Mit der Temperatur von circa 1720° hat sich in der That mit deren deutlichem Erreichen der Endschwindung, wie die Zahlen zeigen, eine Uebereinstimmung in doppelter Hinsicht eingestellt.

4. Mit der Temperatur von circa 1730° nimmt augenscheinlich die Schwindung ab, das heisst es tritt ein Wachsen der Proben in Folge von Aufblähung ein, was in der höheren Temperatur noch mehr hervortritt.

Wurde endlich die Temperatur noch höher bis 1800° C gesteigert, so stellte sich ein starkes Krümziehen der erweichten Proben ein, was ein genaues Messen nicht zulies und wesshalb die weiteren Versuche aufgegeben wurden.

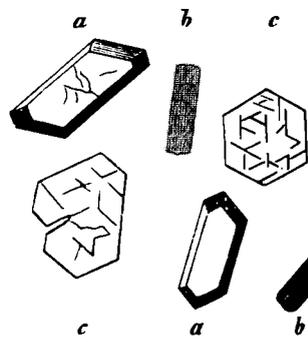
Das Schwinden überhaupt nimmt somit nicht stufenweise gleichmässig zu, sondern steigt anfangs sprunghaft und rasch, und zwar bis dahin, wo es mit dem völligen Glühverluste zusammentrifft, dann tritt ein allmählicher Stillstand ein, womit eine überraschende Constanz in doppelter Weise erreicht wird, um schliesslich zur umgekehrten Erscheinung, dem Wachsen durch Aufblähen, überzugehen.

**Mikroskopische Beschaffenheit.** Fahren wir fort in der Charakterisirung des Kaolins.

Nach mikroskopischen Beobachtungen von Biedermann und Herzfeld, welche bei einer linearen Vergrösserung von 800, 1200 und 1800<sup>o</sup> verschiedene Thone untersuchten und in deren kleinsten Theilen eine mehr oder weniger krystallinische Gestalt, das heisst hexagonale Platten oder Scheiben und oft zu prismatischen Bündeln angeordnet fanden, treten bei dem Kaolin die krystallinischen Formen sowohl bestimmter begrenzt, wie häufiger auf. Eine Erklärung findet diese Erscheinung darin, dass bei dem und namentlich primären Kaolin die Krystallgebilde durch die Ortsbewegung nicht oder wenig verändert wurden, während bei den plastischen Thonen, welche die weitesten Wege von dem Orte ihres Ursprunges bis zu der gegenwärtigen Lagerstätte

<sup>9)</sup> Es kann diese Empfindlichkeit, deren möglichst scharfe, wie zutreffende Ermittlung vorausgesetzt, möglicher Weise benutzt werden, um selbst kleine Abstände innerhalb dieser Temperaturgrenzen zu kennzeichnen. Ebenso dürfte überhaupt eine möglichst sichere Ermittlung der Endschwindung eines bestimmten Thonmaterials einen brauchbaren Anhalt abzugeben vermögen. In manchen Fabriken wird bekanntlich ein bestimmtes Schwinden der Waare als Maassstab für deren Gaare benutzt.

zurücklegten, die Zerkleinerung und Zerreibung eine grössere war. Auch wird eine solche Erklärung unterstützt durch den Befund zweier amerikanischer Gelehrten, Johnson und Blake<sup>9)</sup>, welche in dem Thon das Vorhandensein eines Minerals von bestimmter Krystallform und chemischer Zusammensetzung annehmen, das sie in noch speciellerem Sinne Kaolinit nennen. Es ist indess hiebei daran zu erinnern, dass es einen absolut sandfreien Thon nicht gibt und daher wenigstens ein Theil der unter dem Mikroskop beobachteten vorgenannten krystallinischen Formen möglicher Weise vorhandenen Quarztrümmern beizumessen ist. Weiterhin soll auch nach Schumacher<sup>10)</sup>, wie hier wiederholt werden mag, der Thon aus kleinen Theilchen von verschiedener unregelmässiger Gestalt und verschiedener Grösse bestehen, welche mit der Plasticität der Thone an Grösse abnehmen, bei sehr fetten Thonen am kleinsten sind und bei den wenig plastischen Kaolinen. z. B. den englischen Chinaclaysorten und namentlich dem sogenannten Paperclay am grössten erscheinen. Zum Schlusse ist noch besonders hervorzuheben eine Arbeit von Hussak. Derselbe untersuchte unter dem Mikroskop ausser dem Kaolinit, dem Kaolin in reinster Form, welcher in mikroskopischen und rundum ausgebildeten Kryställchen im Jahre 1887 in Denver, Colorado, auf der Nationale Belle Mine, auf Klüften in Höhlungen eines Trachytes aufgefunden wurde und der sehr genau der Kaolinformel ( $\text{Al}_2\text{O}_3\text{SiO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$  oder  $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_7$ ) entspricht, mehrere bekannte Kaoline, englischen Chinaclay, gewöhnlichen und feinsten Kaolin aus Cornwall, böhmischen und solchen von Limoges und von der Nahe, wie schliesslich einen schwarzen sächsischen Thon. Das Resultat war:



1. Dass dem Kaolinit monokline Krystallform zukommt; die Kryställchen nähern sich aber in den Winkeln sehr dem hexagonalen System und zeigen Tafelform ( $oP \times ooP.Poo$ ) öfters noch mit Pyramiden und Domenflächen (Fig. a). Parallel zur Tafelfläche ( $= oP$ ) ist eine sehr vollkommene Spaltbarkeit zu beobachten, wo die Kryställchen aufrechtstehend gezeichnet sind (Fig. b). In dünnen Täfelchen zeigen sich den Seiten parallel laufende Risse, welche keine Spaltrisse sind, sondern den Gleitflächen entsprechen (Fig. c). 2. Dass in den bezeichneten Kaolinen, wie im Thone, der Kaolinit durchwegs in gleicher Form als Schüppchen erscheint, dagegen aber in den geschlämmten Proben nie mehr eine regelmässig begrenzte Form aufzuweisen war. In dem untersuchten sächsischen Thon fand Hussak die Kaolinschüppchen bei weitem kleiner als bei den Kaolinen.<sup>11)</sup> In Betreff der Angaben der

<sup>9)</sup> American Journal of Science a. Arts, Vol. 43, S. 351.

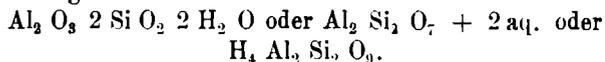
<sup>10)</sup> Sprechsaal, 1883, Nr. 24 und 1885, S. 183.

<sup>11)</sup> Sprechsaal, 1889, Nr. 8.

verschiedenen Forscher dürften demnach bei den Kaolinen andere, das heisst regelmässiger und bestimmter begrenzte, wie grössere Krystallformen der kleinsten Theilchen im Gegensatz zu den plastischen Thonen als unzweifelhaft gelten, wenn auch hinsichtlich der Form dieser kleinsten Theilchen noch wesentliche Widersprüche nicht zu verkennen sind.

In chemischer Beziehung ist zu bemerken, dass sich nach Rammelsberg der Kaolin in Kalilauge löst, ferner sind nach eingehenden analytischen Untersuchungen Kosmann's bei der Zersetzung des Feldspaths zu Kaolin eigenthümliche schwerlösliche Zwischenproducte anzunehmen, wie sie der Zusammensetzung des Andalusits (Drittelsilicats) entsprechen.<sup>12)</sup>

Zu besprechen sind hier die aufgestellten chemischen Formeln. Bekanntlich sind bisher von Brongniart, Malaguti, Forchhammer Treit etc. verschiedene ältere Formeln für den Kaolin aufgestellt worden, während in neuerer Zeit nach Rammelsberg, dem hervorragendsten und durchdringendsten Forscher auf diesem Gebiete, folgende Formel für den Kaolin gilt:



Das Verhältniss von  $\text{Al}_2$ :Si wie Si:H ist = 1:2. Nimmt man die Hälfte des Wassers als chemisch gebunden an, so entsteht nach Rammelsberg ein Halbsilicat, welches dem Serpentin  $\text{H}_2 \text{Al}_2 \text{Si}_2 \text{O}_9 + \text{H}_2 \text{O}$  entspricht. In der reinsten Form wurde, wie schon bemerkt<sup>13)</sup>, der Kaolin in mikroskopischen, aber ausgebildeten Kryställchen in Denver, Colorado, auf der Nationale Belle Mine aufgefunden. Die Zusammensetzung dieses Kaolins, für welchen man, wie gesagt, den Namen Kaolinit vorgeschlagen, ist nach Hills:

Thonerde	39,59%	= 21,14 Aluminium + 18,45 Sauerst.,
Kieselsäure	46,35%	= 21,63 Silicium + 24,72 "
Eisenoxyd	0,11%	= 0,09 Eisen + 0,02 "
Wasser	13,93%	= 1,55 Wasserst. + 12,38 "
Fluor . .	0,15%	= äquivalent 0,05 "

Lässt man die kleine Eisenoxydmenge unberücksichtigt und dividirt die berechneten Mengen der Elemente durch ihre bezüglichen Atomgewichte

$$\text{Al} = 27, \text{3Si} = 28, \text{H} = 1, \text{O} = 16,$$

so erhält man ihre relativen Atommengen und aus letzteren Zahlen wiederum, wenn man dieselben durch eine zweckmässig gewählte Zahl, wozu in manchen Fällen die kleinste derselben ausreicht, hier aber die Hälfte der kleinsten genommen werden muss, dividirt, angenähert die Relation der Atommengen in den kleinsten ganzen Zahlen oder die sogenannte chemische Formel in vorliegendem Beispiele:

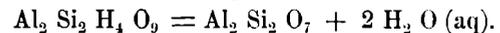
$$\begin{array}{l} \text{Aluminium} \quad . \quad \frac{21,14}{27,3} = 0,774 = 2, \\ \text{Silicium} \quad . \quad \frac{21,63}{28} = 0,773 = 2, \end{array}$$

<sup>12)</sup> Cfr. Thonindustrie-Zeitung, 1887. Nr. 7.

<sup>13)</sup> Hussak, Sprechsaal, 1889. Nr. 8.

$$\begin{array}{l} \text{Wasserstoff} \quad \frac{1,55}{1} = 1,55 = 4, \\ \text{Sauerstoff} \quad . \quad \frac{55,02}{16} = 3,475 = 9, \end{array}$$

entsprechend der oben angeführten Formel



Die Formel für den Kaolinit entspricht fast ganz genau der theoretischen für den Kaolin. In Betreff der Analyse der Kaoline zeigen dieselben bekanntlich fast stets einen Ueberschuss von Kieselsäure und weniger Thonerde, als, nach der gegebenen Formel berechnet, dem Kaolin zukommen müsste. Es rührt dies von den, selbst möglichst rein geschlämmtem Kaolin stets beigemengten Quarzstäubchen her.

Wasserverlust. Bei den Kaolinen, wie oben als charakteristische Eigenschaft beschrieben wurde, ist besonders hervorzuheben, dass das vollständige Weggehen des Wassers erst in höherer Temperatur bei circa 1400° C eintritt. In der zum Austrocknen gewöhnlich angewendeten Temperatur von 100° C entweicht nur wenig Wasser. Das noch mehr thonerdereiche Steinmark erleidet nach Rammelsberg selbst bei 360° C nur einen geringen Verlust.

Allgemeines hinsichtlich der Lagerung. Nothwendiger Weise sind, wie aus vorstehender Darlegung hervorgeht, die reinsten Thone, die auf primärer Lagerstätte vorkommenden Kaoline, weil sie sowohl von krystallinischen und daher reineren Gesteinen stammen, als auch gemäss ihrer Bildung nicht in der Lage waren, von aussen her derbe Verunreinigungen oder völlig fremdartige Stoffe aufzunehmen. Sie werden nur etwa von unzersetzten Quarzen und Glimmer begleitet, welche Beimengungen durch Schlämmen ziemlich vollständig nach vorherigem Kochen zu entfernen sind. Unreiner dagegen sind die Kaoline, bei denen der Process der Feldspathverwitterung noch nicht beendet ist, und hat man es alsdann mit einem Gemenge von verwitterten und unverwitterten, von erweichbaren und festen Theilen zu thun.

Wurden weiterhin die gebildeten Kaoline durch Fluthungen fortgeschlämmt, so entstanden bei der Wiederablagerung die sedimentären, aufgeschwemmten oder secundären Kaoline.

Senft unterscheidet die beiden genannten Kaolinarten als Verwitterungskaoalin, welcher in der näheren Umgebung des Muttergesteins lagert und Schlammkaoalin, welcher aus geschlämmtem, von seinen Beimengungen mehr oder weniger befreitem Verwitterungskaoalin besteht.

Was noch das Vorkommen der vorzüglichsten Kaoline angeht, so finden sich dieselben in solchen Granitgesteinen, in denen der Feldspath bedeutend vorherrschte und zugleich den höchsten Grad der Verwitterung erreichte.

Endlich ist in technischer Hinsicht der thonige Kaolin, welcher eine thonig bildsame Masse abgibt und nur wenig mit anderen Theilen gemengt ist, der werthvollste, aber auch seltenste.

**Kaolinisierung.** Der Kaolin, welcher in reinem Zustande, gleich den besten Schieferthonen, zu den thonerdereichsten und in nächster Reihe zu den ausgezeichnet schwer schmelzbaren Thonen gehört, ist, wie sich mittelst chemischer Formeln demonstrieren lässt, aus der Verwitterung der leicht schmelzenden und deshalb durchweg als Schmelzmittel dienenden Feldspathe<sup>14)</sup> augenscheinlich entstanden. Wasser und Kohlensäure haben dieses anscheinend widerstandsfähige Mineral, obgleich im Verlaufe sehr langer Zeiträume, zersetzt und ist daraus durch Verwitterung und Prozesse, welche eine fortwährende Anreicherung der Thonerde bewirkten, der reinste Thon, den wir kennen, hervorgegangen.

Die Feldspathe, diese isomorphen Silicate von Thonerde und Alkali oder Thonerde und Kalk, sind bekanntlich entweder Kalifeldspath (Orthoklas)  $K_2 Al_2 Si_6 O_{16}$  oder Natronfeldspath (Albit)  $Na_2 Al_2 Si_6 O_{16}$  oder Kalkfeldspath (Anorthit)  $Ca Al_2 Si_2 O_8$ , oder endlich isomorphe Mischungen der beiden letzteren Arten unter einander (Oligoklas, Plagioklas, Andesin und Labrador).

Nach Rammelsberg bildet der Alkalifeldspath ein Trisilicat und der Kalkfeldspath, der zu den Erdfeldspathen gehört, ein Singulosilicat. Besonders sind hier zu nennen die Kalifeldspathe und die aus diesen Mineralien hauptsächlich bestehenden Gesteine, wie die Granite, Porphyre oder auch andere Alkali-Thonderdesilicate, denen durch Auslaugung die Alkalien und andere hinzukommende Mittel, der Kalk, die Magnesia und das Eisen grösstentheils, sowie die Kieselsäure theilweise entzogen wurden. Diese Zersetzung fand bald in höherem, bald in geringerem Grade statt. Ist doch nicht selten in dem zersetzten feldspathhaltigen Gestein noch die Structur des ursprünglichen zu erkennen und lagert das kaolinisirte

<sup>14)</sup> Unter den Feldspathen schmelzen diejenigen am leichtesten, bei denen das Kali derselben durch Natron vertreten ist, die also mineralogisch zu den Albiten gehören und vor dem Löthrohr die Flamme gelb färben.

Product auf mehr oder weniger noch erhaltenem Ursprungsgestein.

So ist bei dem nach Keilhack<sup>15)</sup> aus Granit entstandenen Kaolin auf der Insel Bornholm der Habitus des Muttergesteines noch auf das Deutlichste wahrzunehmen. Gänge von Pegmatit (Granit mit bedeutender Grösse der einzelnen Gemengtheile) und Diabas (Grünstein) durchsetzen den Granit. Der Pegmatit hat in seinem Plagioklas-Feldspath (Kalk-Natron-Feldspath) Kaolin geliefert, während der Quarz und rothe Mikroklin völlig frisch geblieben sind. Der Diabas ist dagegen in einen grünen Thon verwandelt, der sich mit dem Messer schneiden lässt. Nach Hauenschild<sup>16)</sup> findet sich bei dem Granit des böhmischen Massivs am Südrande gegen die Donau zu an vielen Stellen neben halbverwittertem ganz frischem Granit. Bei Trotha in der Nähe von Halle sind die oberen Partien des rothen Porphyrs in eine weisse feststehende, aber zerreibliche Masse zersetzt, welche offenbar die Porphyrsstructure mit den eingelagerten Quarz- und Feldspathkrystallen erkennen lässt.<sup>17)</sup> Ebenso augenscheinlich lässt sich der Uebergang des Porphyrs in Kaolin bei Muldenstein zwischen Bitterfeld und Jessnitz verfolgen.<sup>18)</sup> Aehnliches ist nach Siegert bei dem Rochlitzer Quarzporphyr in der Gegend zwischen Mügeln und Leisnig in Sachsen zu beobachten. Was die Zersetzung des Feldspathes für sich betrifft, so hält sich unter dessen verschiedenen Arten der Orthoklas<sup>19)</sup> (Kalifeldspath) am witterungsbeständigsten und erscheint daher der norwegische Granit, welcher meist Orthoklas enthält, womit das dortige seltene Vorkommen von Kaolin in Zusammenhang zu bringen, am wenigsten verwittert.

Mannigfache Umwandlungsstufen in geringerem oder höherem Grade treten bei der Feldspathverwitterung entschieden auf.

<sup>15)</sup> Töpfer- und Ziegler-Zeitung, 1889, Nr. 40.

<sup>16)</sup> Töpferzeitung, 1882, Nr. 3.

<sup>17)</sup> Thonindustrie-Zeitung, 1881, S. 322.

<sup>18)</sup> Reichardt, Chem. C.-Bl., 1874, S. 694.

<sup>19)</sup> Nach Rammelsberg enthält der aus Orthoklas stammende Kaolin 40% Thonerde, 47% Kieselsäure und 13% Wasser.

## Verhalten der Quecksilberverbindungen beim Erhitzen.

Von F. Janda, k. k. Probirersadjuncten.

Das Quecksilbersulfid, -Oxyd, -Oxydul, -Chlortr, basisch schwefelsaures Quecksilberoxyd zersetzen sich beim Erhitzen und bei Verwendung von Eisenhammerschlag und Zinkweiss als Decke (nach G. Kroupa\*) vollkommen; das Quecksilberchlorid zersetzt sich etwa zu 92%, 8% entweichen unzersetzt; beim schwefelsauren Quecksilberoxyd nahezu 4%.

Wenn beim Quecksilbersulfid keine Zinkweissdecke benutzt wird, so ist das Amalgam zum geringen Theile mit schwarzem Sulfid überzogen. Es sei auch bemerkt, dass der Zinnober, wenn er bis zur Sublimationstemperatur erhitzt und dann schnell abgekühlt wird, eine schwarze Farbe annimmt.

\*) Siehe diese Zeitschr., Jahrg. 1890, Nr. 25, S. 279.

Theoretisch enthält das Schwefelquecksilber $Hg S$	86,2%	Hg
das Quecksilberoxyd $Hg O$	92,5	„
das Quecksilberoxydul $Hg_2 O$	96,1	„
das Quecksilberchlorid (Sublimat) $Hg Cl_2$	73,8	„
das Quecksilberchlorür (Calomel) $Hg_2 Cl_2$	84,9	„
das schwefelsaure Quecksilberoxyd $SO_4 Hg$	67,5	„
das drittel schwefelsaure Quecksilberoxyd od. basisch schwefelsaure Quecksilberoxyd, mineral. Turbith $SO_6 Hg_2$	82,4	„

Diese Hälte werden beim Erhitzen durch Zersetzung mit Eisenhammerschlag und Zinkweiss und durch Aufangen der Quecksilberdämpfe am Golddeckel auch thatsächlich erhalten, nur Chlorid und Sulfat geben ein minderes Resultat.