XVII.

Ueber den Kaolin oder die Porcellanerden.

Von

ALEXANDER BROGNIART.

(Compt. rend. T. VII, p. 1035.)§. 1. *Mineralogische und chemische Bestimmung der Kaoline.*

Die erdige Substanz, welche man *Kaolin* nennt, ist keine bestimmte Mineralspecies. Man kann keine strenge und genaue Definition davon geben, man kann daher die Körper, welche der Gegenstand nachfolgender Beobachtungen und Untersuchungen sind, nur bezeichnen, indem man ein Verzeichniss derer giebt, die man als *normale Kaoline* betrachten kann.

Als Typus dieser Kaoline werden wir die erdigen Substanzen annehmen, welche als plastischer und unschmelzbarer Theil in die Zusammensetzung des Teiges für hartes Porcellan eingehen, z. B. für das von Sèvres, Limoges, Meissen, Berlin, Wien etc. Es sind diess Substanzen, die man sehr gut kennt; man nimmt an, dass sie unter sich die grösste Analogie besitzen. Die gemeinschaftlichen Eigenschaften, welche sie darbieten, werden uns dazu dienen, die Kaoline zu charakterisiren.

Indessen sind die Mineralmassen, denen man den Namen des Kaolins ertheilt, verschieden, und es giebt 2 Arten dieser Verschiedenheit. Die eine grobe und leicht sichtbare bildet damit wirkliche zusammengesetzte Felsarten; die andere feine und nicht sichtbare verleiht diesen einen Anschein von Einfachheit.

Es ist nun klar, dass man die wahren Eigenschaften des Kaolins nicht in der ersten Varietät suchen darf, sondern vielmehr in der feinen thonartigen, welche man durch Schlämmen trennt und welche eine gewisse Gleichartigkeit darbietet.

Man sieht sogleich, dass, je nachdem man dieses Schlämmen ausführt und nach der Zeit, während welcher man es fortsetzt, die getrennte thonige Masse noch ganz verschiedene Eigenschaften besitzen muss, je nach dem Gemenge, welches man bearbeitet hat.

Wir wollen nun *Kaolinfels* die Mineralmasse nennen, die sich in der Natur aus mehreren Bestandtheilen zusammengesetzt findet, von denen einer der *Kaolin* ist, nämlich der durch das sorgfältigste Schlämmen von der Masse getrennte Thon.

Dieser feine Thon indessen lässt uns noch nicht die wahre Natur des Kaolins erkennen. Immer bleibt er ein Gemenge, welches auch die vollkommensten mechanischen Hülfsmittel nicht zerstören können. Man muss zu kräftigeren Hülfsmitteln seine Zuflucht nehmen, zu der Wirkung von Alkalien und Säuren, um aus diesen kaolinischen Erden die Verbindung abzuscheiden, welche die Chemiker als den *wahren Kaolin* anerkennen.

Die Analyse der Kaolinerde, welche durch geeignetes Schlämmen vom Kaolinfels getrennt ist, giebt eine empirische Zusammensetzung dieser Erde, welche ihre Eigenschaften für den Gebrauch, den man von ihr machen will, kennen lehrt. Die Analyse des Kaolins oder des Thonerdesilicats, das in dieser Erde enthalten, kann allein über die wahre Zusammensetzung dieses Silicats Aufschluss geben.

Die erstere ist eine hinreichende *empirische Analyse*, vielleicht die *einzig* anwendbare für die technische Anwendung. Die zweite ist eine *rationelle Analyse*, der Wissenschaft und allen ihren Speculationen von Nutzen. Diese letzte Substanz war es und musste es sein, welche bei den chemischen Untersuchungen über den Kaolin allein analysirt worden ist; diese rationelle Analyse wurde durch Forchhammer eingeführt und später von Boase, Berthier, Malaguti u. A. befolgt. Es ist die einzige, welche bis jetzt in dem Laboratorium von Sévres ausgeführt worden ist. Wenn der Körper, dessen Geschichte hier mitgetheilt werden soll, so gut charakterisirt und bestimmt ist, wie seine heterogene Natur zulässt, so müssen wir seine Zusammensetzung bestimmen, indem wir zuerst die Analysen aller Kaoline zusammenstellen, denen man unserer Charakteristik nach diesen Namen ertheilen kann, und sodann aus diesen Analysen die allgemeinen Resultate oder Betrachtungen ziehen, welche sie darbieten können.

Der grösste Theil dieser Analysen ist unter meinen Augen in dem Laboratorium der königl. Porcellanmanufactur zu Sévres angestellt worden, anfangs von Hrn. Laurent, welcher zwei Jahre in diesem Laboratorium gearbeitet hat, sodann von Hrn. Malaguti, der zu den ausgezeichnetsten Chemikern gezählt werden wird, welche dieses Institut geschmückt haben.

Dieser Gelehrte hatte die Güte, über einige meiner Ideen, die er bedeutend erweitert hat, eine umfassende Arbeit über den

Kaolin und Feldspath anzustellen, eine Arbeit, deren Resultate einen der wichtigsten Theile dieser Denkschrift ausmachen und ohne welche dieselbe nur ein rein geologisches und technisches Interesse haben würde.

Die folgende Tafel, welche ein Auszug aus der allgemeinen Tafel ist, in welcher alle zuverlässigen Analysen des Kaolins vereinigt sind, bietet nur die wichtigsten dar, die in dem Laboratorium von Sèvres von den genannten Gelehrten ausgeführt worden sind *).

*) In dieser Tafel musste man die *rationellen* und *empirischen* Analysen unterscheiden. In den rationellen, welche auf die grösste Anzahl der in Sèvres analysirten Kaoline angewendet worden sind, gaben die beiden ersten Colonnen nur den kieselsauren und Thonerdegehalt von 100 Th. Thon, welcher durch Auflösen aus gewaschenem Kaolin ausgezogen ist. Die vorletzte Colonne zeigt den kaolinischen Thon, Th.; Wasser, W., und den unlöslichen Rückstand, R.; ebenfalls aus 100 Th. gewaschenem Kaolin.

Tabelle über die Zusammensetzung der verschiedenen Kaoline.

(Oele.	Kiesels.	Thon- erde.	Magne- sia od. Kalk.	Kali od. Natriu.	Sum- me.	Wasser etc.	Analytiker.
<i>Frankreich.</i>							
St. Yrieux b. Limoges, im Ganzen od. durch geringes Schlamm.	47 43	37 40	— III. 0,3	K. 2,5 —	87,5 86	13,1 14	Berthier 1821. Berthier 1835.
— Thon eines thonigen Kaolins, Mittel aus 10 Versuchen	54	42,6	0,7	K. 2,1	99,4	Wasser nicht be- achtet.	Lab. v. Sévres, Laurent u. Malaguti.
— Thon eines kiesigen Kaolins. Mittel aus 3 Versuchen	54,8 57,3	42 42,6	0,6 —	K. 2,6 —	100 99,9	— 230%	—
La Houscha bei Bayonne.	56,2 57,65	43,7 43,35	— —	K. 0,1 —	100 —	140% Th. 45. W. 13. R. 42.	Berthier, Ann. des Mines T. 62. 1835. Lab. v. Sévres, Malaguti No. 181. — — — No. 197,26.
<i>Marcus (Ariège)</i>							
<i>England.</i>							
St. Stephen in Cornwallis	54,52	43,46	0,34	K. 1,68	—	—	— No. 201.
— gewaschen	54,3	43,2	—	K. 1,6	—	—	Laurent No. 116.
— erste Partie	66	34	—	—	—	Th. 70. W. 9. R. 21.	Malaguti No. 197,20.
<i>Italien.</i>							
Chiesi (Elba)	58,28	41,72	—	—	—	Th. 76. W. 13. R. 11.	— No. 197,14.
Borgmanero (Piemont)	53	47	—	—	—	Th. 43. W. 9. R. 48.	— No. 197,15.
<i>Deutschland.</i>							
<i>Bayern.</i>							
Rama bei Passau	53,15	46,85	—	—	—	Th. 75. W. 16. R. 9.	— No. 197,4.
Auerbach	53,44	47,56	—	—	—	Th. 61. W. 12. R. 28.	—
<i>Sachsen.</i>							
Schleita bei Meissen	65	35	—	—	—	Th. 58. W. 9. R. 34.	— No. 197,3 u. 31.
Zettlitz	56	44	—	—	—	Th. 55. W. 10. R. 35.	—
<i>Saalkreis.</i>							
Mori bei Halle	53,72	46,18	—	—	—	Th. 47. W. 9. R. 44.	— No. 197,29.
<i>Ungarn.</i>							
Prinzdorf	64	36	—	—	—	Th. 42. W. 7. R. 52.	— No. 197,6.
<i>Russland.</i>							
Zisansky bei St. Petersburg	39	62	—	—	—	Th. 74. W. 23. R. 2.	— No. 197,9.

§. 2. Mineralogischer Ursprung des Kaolins.

Die Kaoline sind für uns veränderte Felsarten, welche nicht mehr vollständig die mineralogischen Charaktere zeigen, die sie im Moment ihrer Entstehung besaßen. Sie gehen, meiner Meinung nach, aus vollkommenen Mineralspecies hervor, welche mehr oder minder zersetzt sind; sie haben weder Homogenität noch krystallinische Form, die einzigen Kennzeichen, welche mit der bestimmten Zusammensetzung eine wirkliche Mineralspecies constituiren können.

Welches sind die Mineralspecies, aus denen die Kaoline entstehen? Welche Veränderungen erleiden dieselben, um in Kaolin umgewandelt zu werden? Welches können die Ursachen dieser Veränderung sein?

Diese 3 Fragen wollen wir zu beantworten versuchen.

Man betrachtet den Kaolin, wie ich ihn bezeichnet habe, als Resultat einer Zersetzung des Feldspaths oder einer Felsart, in der dieses Mineral die Basis oder den vorherrschenden Theil bildet. Zwei Classen von Beobachtungen und Versuchen mussten dahin führen, diese Meinung zu prüfen.

10. Die Beziehung des Kaolins zum Feldspath und der unmerkliche Uebergang dieses Minerals in diese Erde;

20. die chemische Analyse, welche im Kaolin die Elemente des Feldspaths nachweisen muss, bis auf diejenigen, welche durch die Zersetzung daraus entfernt worden sind.

Diese beiden Wege führen nicht immer mit derselben Sicherheit zum Ziele. Der zweite bietet, wie man sehen wird, viele Schwierigkeiten dar; der erste indessen erscheint uns so sicher, so klar, dass wir gezwungen werden, zu glauben, bei dem zweiten Wege böten sich einige Erscheinungen dar, welche wir noch nicht zu erforschen vermochten.

1. Man weiss seit langer Zeit, dass die normalen Kaoline sich nur in den Krystallisationsterrains finden, welche aus Granit, Eurit und Gneis bestehen, und zwar einzig in den Felsarten, welche *alkalischen Feldspath* enthalten, derselbe sei blätterig oder derb.

Die Pegmatite, Felsarten, die namentlich aus Quarz und blätterigem Feldspath bestehen, zeigen die am besten charakterisirten und schönsten Kaoline, welche fast allein in den Fabriken angewendet werden, die das schönste Porcellan liefern.

In diesen Felsarten, und namentlich in den letzteren, kann man die successive Zersetzung des blättrigen, derben und zuweilen durchsichtigen Feldspathes verfolgen, wie er übergeht in Feldspath, der noch immer blättrig, aber undurchsichtig, weiss und zerreiblich ist, und endlich in milchweissen erdigen Kaolin und dabei noch zuweilen die bei dem Feldspath so bekannte blättrige Structur zeigend. — Ja man hat sogar Feldspathkrystalle gesehen, welche in ihrer Structur durchaus keine Veränderung erlitten hatten, dabei aber vollständig in Kaolin umgewandelt waren.

Die Kaoliningruben von Aue bei Schneeberg, welche lange Zeit das Material zu dem schönen sächsischen Porcellan darboten, liefern Beweise von dem Ursprunge des Kaolins aus dem Feldspathe, welche mir von der höchsten Evidenz scheinen. Als Beleg hierzu will ich nur ein Stück amorphem, röthlichen, kaum durchscheinenden Quarz anführen, in dem sich mehrere Höhlungen befinden. Diese Höhlungen sind nicht unregelmässig, sondern sie entsprechen sehr genau und bestimmt Krystallen, welche einer sehr bestimmten Varietät des Feldspathes angehören. Die Krystalle des Minerals jedoch, welche diese Höhlungen ausfüllten und um welche der Quarz sich gebildet hat, sind an Ort und Stelle verändert und in Kaolin umgewandelt. Dieser röthliche pulverige Kaolin füllt noch zum Theil die Höhlungen in diesem schönen Probestück aus.

Der Ursprung des Kaolins kann unter solchen Umständen nicht zweifelhaft sein. Mir scheint es klar, dass es eine chemische Veränderung des Feldspathes ist, eine Veränderung von ganz verschiedener Natur von der der wirklichen und vollständigen Afterkrystalle. Es bleibt von dem ursprünglichen Mineral nichts zurück als die Form, welche seinen Ursprung verräth, und die Elemente (freilich unvollständig, da es nicht eine einfache Desaggregation der Theile ist), welche ihn beweisen.

Man findet in der Natur Beispiele von Veränderungen, welche denen des Kaolins ähnlich sind. Die Leucite ändern sich unter Verlust ihres Kaligehaltes in eine Art von Kaolin um. Das Glas selbst verliert, lange Zeit den atmosphärischen Einflüssen ausgesetzt, ebenfalls sein Kali und wandelt sich dabei, wie man durch Hrn. Dumas weiss, in eine perlfarbige dem Kaolin analoge Masse um. Man bemerkt, dass es nur Al-

kalien enthaltende Mineralien sind, welche diese Art von Zersetzung darbieten. Bei einer anderen Gelegenheit werden wir auf diesen Gesichtspunct zurückkommen.

2. Analyse. Während die Thatsache, dass der Kaolin seinen Ursprung aus dem Feldspath nimmt, durch die mineralogischen Beobachtungen in einer grossen Anzahl von Fällen, wenn nicht in allen, evident bewiesen zu sein scheint, handelt es sich jetzt darum, die Einwürfe der Chemiker gegen diese Entstehung zu heben, welche die grosse Anzahl der Thonsilicate anführen, welche die verschiedenen Kaolinarten enthalten, verglichen mit der einfachen Zusammensetzung aller kalihaltigen Feldspathe.

In dieser ersten Denkschrift will ich nur die verschiedenen Ansichten, diese Umwandlung zu erklären, anführen.

Man kann 3 Arten der Umwandlung annehmen, welche entweder getrennt oder gleichzeitig stattgefunden haben.

Bei der ersten derselben können die Kalisilicate, welche dem Feldspathe durch Ursachen, die wir später untersuchen wollen, entzogen sind, *verschiedene Formeln* gehabt haben, und die Kaoline, welche daraus hervorgegangen, werden, obgleich sie denselben Ursprung besitzen, dennoch Thonsilicate von sehr abweichender Zusammensetzung darbieten können. Es werden diess verschiedene Zersetzungen desselben Körpers unter verschiedenen Einflüssen sein, aber ohne Afterkrystallisation, d. h. ohne Hinzutreten eines fremden Elementes.'

In dem zweiten Falle, welcher mir einer der annehmbarsten zu sein scheint, kann die Ursache, der chemische Einfluss, welcher dem Feldspath sein Kali mit mehr oder weniger Kieselerde entzogen hat, eine neue Quantität dieses Körpers als Quarz oder als Kiesel (ich halte diess nicht für gleichbedeutend) hinzugebracht haben.

Es würde diess eine partielle Afterkrystallisation sein, wie sie die Natur so häufig und in dem Feldspathe selbst darbietet, welcher sich zuweilen ohne Veränderung seiner Form, aber fast ganz verwandelt zeigt in Steatit, glimmerigem Sand (*sable micacé*) und selbst in Zinn.

Der dritte Fall, welcher einigen Chemikern der häufigste und der wahrscheinlichste zu sein scheint, mir aber, der ich so viele Kaoline gesehen habe, ganz im Gegentheile der sel-

tenste, ist der, dass man annimmt, es gäbe Kaolin, welcher nicht aus dem Feldspathe entstanden sei, sondern aus anderen Thonsilicate enthaltenden Mineralien.

Ich sage nicht, dass die Kaoline, welche in zusammengesetzten feldspathhaltigen Felsarten entstanden sind, z. B. im eigentlichen Granit, dem Gneis, Diorit, Porphyr und andern, nicht einige Elemente aus den Mineralien dieser Felsen aufgenommen haben könnten, welche alkalihaltig, wie der Glimmer, eisenhaltig, wie der Amphibol im Diorit, durch dieselben Einflüsse und in demselben Augenblicke verändert worden sind wie der Feldspath.

Beispiele dieser Thatsache besitzen wir zu Saint-Yrieux, Cambo, Passau u. s. w. in den vollkommen erdigen, rothen und schmierigen Gneisarten durch die Zersetzung des Glimmers; denn man findet zu Saint-Yrieux Körnchen von schwarzem Glimmer, mitten in kaolinischer Felsmasse. — Man findet Kaoline von mehr oder minder tiefem Grün, welche durch unmerkliche Uebergänge in der Zersetzung sich an schieferigen Diorit, der sie begleitet, angeschlossen haben.

Aber reine Kaoline, normale, entstehen nur aus blättrigem Feldspath des Pegmatits, diesem meist weissen quarz- und feldspathhaltigen Gestein, das nur in einzelnen zerstreuten Blättchen Glimmer enthält.

§. 3. Felsarten.

(Der dritte Paragraph handelt von dem Vorkommen der kaolinischen Felsarten und ist fast nur von geologischem Interesse, kann daher hier füglich gänzlich übergangen werden, namentlich da Hr. Brogniart die dazu gehörigen Karten noch nicht mitgetheilt hat.)

XVIII.

Analyse der Kohlensäure.

Von

J. W. DÖBEREINER.

Pearson's Methode, die Kohlensäure zu analysiren, oder zu beweisen, dass das Radical dieser Säure Kohlenstoff sei, hat als Collegienexperiment mich nie recht befriedigt. Schneller, sicherer und in grösserer Menge stellt sich dieses Radical