

3. Ueber die Umwandlung des Basaltes zu Thon.

Nach Daten aus der Dissertation des Herrn PAGELS: *De Basaltæ in argillam transmutatione.*

Von Herrn ROTH in Berlin.

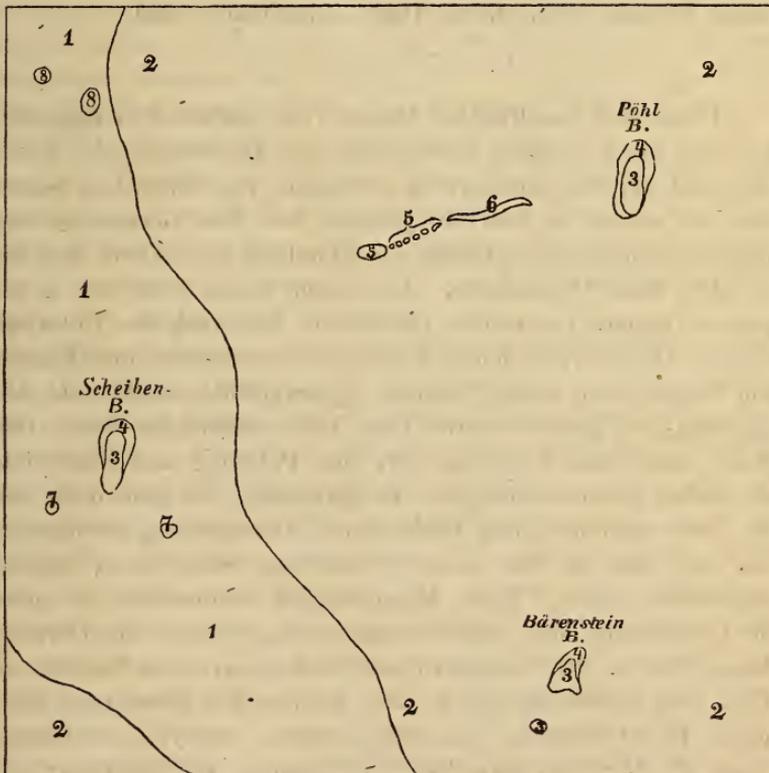
In dem Nachlass des Herrn MITSCHERLICH, welchen ich durchzusehen veranlasst war, fand sich die folgende handschriftliche Notiz über Basaltberge des Erzgebirges:



Topographische Darstellung, aus der Dissertation des Herrn PAGELS.

„Vier Basaltberge des Erzgebirges — der Pöhlberg, Scheibenberg und Bärenstein auf der nördlichen, die Steinhöhe auf der südlichen Seite — liegen auf einer Schutt- und Thonbildung, welche durch den Basalt vor Zerstörung geschützt worden ist. Besonders der Scheibenberg hat schon in früherer Zeit bei dem Streit über die Entstehung des Basaltes die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen, ist aber erst von NAUMANN, eine kleine Notiz von FREIESLEBEN abgerechnet, berücksichtigt worden.

Vor einigen Jahren war am Bärenstein, um Sand und Kies zu gewinnen, an der Nordseite eine Stelle so weit entblösst worden, dass man die Auflagerung des Basaltes auf die Schuttbildung verfolgen konnte; diese Gelegenheit veranlasste



Geognostische Darstellung, aus dem Nachlass des Herrn MITSCHERLICH.

- | | | | |
|--------------------|------------|---------------------|---------------|
| 1 Glimmerschiefer. | 2 Gneiss. | 3 Basalt. | 4 Grus, Sand. |
| 5 Granit. | 6 Porphyr. | 7 Kalk und Dolomit. | 8 Grünstein. |

mich, die Verhältnisse genauer zu untersuchen. Der in sehr unregelmässige Säulen abgesonderte Basalt ist mit fast horizontaler Grenze der Schuttbildung aufgelagert. Zunächst der Auflagerungsgrenze ist der Basalt etwa 8 Zoll weit in Thon zersetzt, weiter nach oben findet eine Trennung der Säulen in Scheite statt, während sich sonst bei Zersetzung des Basaltes zuerst kugelförmige Absonderungen bilden.

Sicher ist, dass die Thalbildung erst nach dem Hervorquellen der Basalte stattgefunden; sie kann durch die mit dem Hervortreten der Basalte verbundene Hebung bedingt sein.“

Hervorgerufen durch die von MITSCHERLICH an Ort und Stelle gesammelten Materialien entstand im Jahr 1858 die die Dissertation des Herrn PAGELS *de Basaltae in argillam transmutatione*, aus welcher die folgenden, anderweitig nicht hinreichend bekannt gewordenen Daten entnommen sind.

Unter den basaltischen Massen des sächsischen Erzgebirges sind als besonders interessant der Bärenstein, der Pöhlberg und der Scheibenberg zu erwähnen, von denen hier besonders der erstere in Betracht gezogen ist. Der Bärenstein liegt ungefähr eine Meile nördlich von Annaberg und erhebt sich bis zu 2440 Fuss Meereshöhe. An seinem Fusse steht der in der ganzen Gegend verbreitete Gneiss an, der auch die Unterlage bildet. Am nordwestlichen Abhange tritt zwischen dem Basalte und Gneiss eine sandig thonige, Quarzgerölle enthaltende Ablagerung auf, gebildet durch einst hier vorhandene Seen. Obgleich man nicht berechtigt ist, den Pöhlberg und Bärenstein als früher zusammenhängend zu betrachten, so sind doch fast alle hier vorkommenden Thäler durch Auswaschung entstanden, wie man dies an den noch vorhandenen Seen dieser Gegend nachweisen kann. Herr MITSCHERLICH beobachtete an einer zur Gewinnung des Sandes abgegrabenen Stelle die Umwandlung des an die Quarzgeröllschichten grenzenden Basaltes zu Thon und konnte Basalt in allen Stadien der Zersetzung sammeln. Dieses Material liegt den folgenden Analysen zu Grunde. Ueber die Methode derselben ist Folgendes zu bemerken:

Der fein gepulverte Basalt, dessen Wassergehalt durch Schmelzen bestimmt war, wurde in einem zugeschmolzenen Rohr von schwer schmelzbarem Glase durch achttägiges Er-

hitzen mit Salzsäure von 1,1972 spec. Gew. bei 80 Grad abgeschlossen und die Lösung zur Trockne eingedampft. Aus dem mit Salzsäure befeuchteten Rückstand wurden die löslichen Chlormetalle mit Wasser ausgezogen und von der Kieselsäure abfiltrirt, sodann wurde durch bernsteinsaures Ammoniak Thonerde und Eisenoxyd heiss gefällt, weil man so die Thonerde ganz frei von Magnesia erhält. Die Lösung dieses Niederschlages in Salzsäure wurde mit Weinsteinsäure versetzt, mit Ammoniak übersättigt, aus der klaren, braunrothen, alkalischen, bis zum Kochen erhitzten Flüssigkeit das Eisen mit Schwefelwasserstoff-Ammoniak gefällt und aus der eingedampften Lösung durch Glühen die Thonerde erhalten, neben welcher fast die ganze Menge der Titansäure sich fand; beide liessen sich leicht durch Erhitzen mit concentrirter Schwefelsäure und nachheriges Aufkochen trennen. Aus der von Eisenoxyd und Thonerde abfiltrirten Flüssigkeit wurde der Kalk mit oxalsaurem Ammoniak bestimmt und endlich die Flüssigkeit unter Zusatz von Oxalsäure eingedampft. Von den durch Glühen entstehenden kohlen-sauren Salzen bleibt beim Auflösen in wenig Wasser die Magnesia zurück und kann als phosphorsaure oder schwefelsaure Magnesia bestimmt werden. Die bei der Magnesia gebliebene geringe Menge Mangan liess sich von dieser durch verdünnte Salpetersäure trennen, der Strontian von dem Kalk nach STROMEYER's Verfahren.

Die kohlen-sauren Alkalien wurden in Chlormetalle verwandelt, als solche gewogen, dann wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid und das Natron als Chlornatrium oder schwefelsaures Natron bestimmt. Alle Niederschläge wurden auf die gewöhnliche Weise auf ihre Reinheit geprüft, das Natron liess sich als schwefelsaures Salz vollständig krystallisiren, und wenn die Krystalle verwitterten, konnte man überzeugt sein, dass es frei von Kali war. Bei dieser Art der Analyse fällt die Besorgniss weg, dass sich wegen unvollständigen Auswaschens der Niederschläge ein Ueberschuss ergeben könne; es sind nämlich bis auf das Platinchlorid alle nicht flüchtigen Substanzen vermieden. Da beim Aufschliessen durch Flusssäure Magnesia, Kali und Natron als schwefelsaure Salze zurückbleiben und dann die Trennung durch Oxalsäure nicht angewendet werden kann, so geschah sie in der Kochhitze durch reinen essig-sauren Baryt. Mit möglichst wenig Wasser wurden die kohlen-sauren

Alkalien von dem kohlsauren Baryt und der kohlsauren Magnesia getrennt, erstere dann als Chlormetalle, wie angeführt, behandelt, endlich die Magnesia als schwefelsaures Salz bestimmt. Bei Weissglühhitze kann man Schwefelsäure und Magnesia trennen, und die auf diese Weise gefundene Menge der Magnesia stimmte fast genau mit der aus dem schwefelsauren Salze berechneten überein, ebenso die Summe der als schwefelsaure Salze berechneten Alkalien und der schwefelsauren Magnesia nahezu mit dem vor der Trennung gefundenen Gewichte derselben.

Der Basalt des Bärensteines ist von graulich-schwarzer Farbe, ziemlich fest und lässt eine grosse Menge kleiner Augitkrystalle erkennen, die besonders auf einer geschliffenen Fläche deutlich hervortreten. Das Titaneisen verräth sich durch seinen Glanz. Olivin ist ungemein spärlich vorhanden, dagegen zeigt sich die Gegenwart des Magneteisens sehr deutlich durch die kräftige Einwirkung auf die Magnetnadel. Das Gestein ist in dicke Säulen abgesondert, die fast alle senkrecht stehen.

Die von dem obersten Felsen genommenen Stücke zeigen anscheinend keine Zersetzung; ihr spec. Gew. beträgt 3,350. Mit concentrirter Salzsäure eingeschlossen zerfällt dieser Basalt ungemein leicht in einen aufschliessbaren und einen nicht aufschliessbaren Theil. Schmilzt man ihn in einem Patintiegel über dem Gasgebläse, so erhält man nach schnellem Abkühlen eine schwarze, glasartige, dichte Masse von nur 3,188 spec. Gewicht, die sich als Pulver vollkommen durch Salzsäure aufschliessen lässt. Da Augit, für sich geschmolzen, durch Salzsäure nicht aufschliessbar ist, so wirken ohne Zweifel die Bestandtheile der basaltischen Grundmasse modificirend auf die Kieselsäure des Augites ein.

8,013 Gr. Basalt verloren beim Schmelzen 0,189 Gr. oder 2,35 pCt., in naher Uebereinstimmung mit dem von GIRARD im Mittel angegebenen Verluste von 2,5 pCt. Der vorher geschmolzene Basalt vom obersten Fels gepulvert, mit Salzsäure eingeschlossen, ergab unter Hinzufügung des Glühverlustes folgende Zusammensetzung, berechnet aus der Analyse 101,275 pCt.:

SiO ³	42,641	mit O = 22,74
TiO ²	1,800	0,72
Al ² O ³	17,105	7,98

Fe O Fe ² O ³	7,674	2,12
Fe O	2,423	0,54
Mn ² O ³	0,450	0,14
Ca O	14,577	4,17
Sr O	0,068	0,01
Mg O	7,340	2,94
K O	1,385	0,23
Na O	3,427	0,89
Glühverlust	2,350	

101,240.

Der Sauerstoff der Kieselsäure und Titansäure verhält sich zu dem der Basen = 1 : 0,811.

Derselbe Basalt, bei 100° getrocknet, lieferte durch Flusssäure aufgeschlossen

Si O ³	42,222	mit O = 22,52
Ti O ²	1,500	0,60
Al ² O ³	18,258	8,52
Fe O Fe ² O ³	8,525	2,35
Fe O	2,341	0,52
Mn ² O ³	0,510	0,16
Ca O + Sr O	13,611	3,89
Mg O	6,184	2,47
K O	1,463	0,25
Na O	3,086	0,78
Glühverlust	2,350	

100,000.

O von Si O³ und Ti O² : O der Basen = 1 : 0,819.

Diese geringen Differenzen können nicht auffallen, da bei einem so ungleichartigen Fossile wie der Basalt kleine Schwankungen leicht denkbar sind.

Dieser Basalt stimmt in seiner Zusammensetzung nahe mit dem von LÖWE (Poggend. Annal. Bd. 38 S. 151) analysirten Basalte des Wickensteines bei Querbach in Niederschlesien überein. GIRARD, der denselben Basalt analysirte, berechnet, dass er aus einem etwas kieselsäurearmen Augit, Nephelin und Mesolith bestehe. Der Nephelingeht eines Basaltes bedingt eine Erniedrigung des Kieselsäuregehaltes und Erhöhung der Sauerstoffmenge der Basen, indess ist man darauf hin wohl nicht berechtigt einen Nephelingeht anzunehmen, auch selbst dann nicht, wenn der Basalt durch Behandlung mit Salzsäure

leicht zerlegt wird und die Alkalien vorzugsweise ausgezogen werden.

Bei einem Versuch, durch concentrirte Salzsäure, mit welcher erbsengrosse Stücke des Basaltes acht Tage lang in einem zugeschmolzenen Rohre unter Mitwirkung von Wärme in Berührung blieben, den gelatinirenden Theil von dem nicht gelatinirenden zu trennen, um so die Zusammensetzung der basaltischen Grundmasse zu erfahren, wurden 68,62 pCt. aufgeschlossen, und diese enthielten

SiO ³	39,179	mit O = 20,90
TiO ²	2,012	0,80
Al ² O ³	16,031	7,49
FeOF ² O ³	15,021	4,14
Mn ² O ³	0,556	0,17
CaO	12,125	3,46
MgO	5,384	2,15
KO	2,100	0,36
NaO	5,121	1,32
Glühverlust *)	3,424	
	<u>100,953.</u>	

O von SiO³ und TiO² : O der Basen = 1 : 0,880.

Da dieser Basalt metallisches Eisen und etwas Titaneisen enthält, so müssen diese erst abgezogen werden, ehe man über das Vorhandensein des einen oder andern Minerals entscheidet. Dieses Verfahren ist bei vorliegendem Basalte deshalb nicht so sehr tadelnswerth, weil er nur äusserst geringe Mengen Olivin enthält. Nach Abzug des Titaneisens, Eisenoxydoxydules und Mangans ist die Zusammensetzung.

SiO ³	47,560	25,37
Al ² O ³	19,460	9,10
CaO	14,719	4,21
MgO	6,535	2,61
KO	2,549	0,43
NaO	6,216	1,60
Glühverlust	4,156	
	<u>101,195.</u>	

O von SiO³ zu O der Basen = 1 : 0,708.

Da das letzte Resultat der Zersetzung Thon ist, und von

*) Berechnet aus dem Glühverlust des ganzen Basaltes.

diesem Thone zum Basalte ein allmäliger Uebergang stattfindet, so kann man sich auch schon beim Beginne der Zersetzung das Zusammentreten der Elemente des Thones, zunächst in dem durch Salzsäure ausziehbaren Theile des Basaltes, vorstellen. Von dieser Annahme ausgehend und den Thongehalt nach dem Wassergehalte berechnend, würde der durch Salzsäure ausziehbare Theil aus $\frac{1}{3}$ Thon und $\frac{2}{3}$ unzersetzter Grundmasse bestehen, welche man sich aus einem Thonerde-Silicate, verbunden mit einem Silicate von Kalkerde, Kali und Natron zusammengesetzt denken könnte, endlich aus Olivin, metallischem Eisen und Titaneisen.

Wollte man nach dem Gesagten für jenen von der Zersetzung noch nicht ergriffenen Theil eine Formel aufstellen, so wäre diese annähernd: $3RO2SiO^3 + Al^2O^3SiO^3$. Dieser Formel entspricht jedoch kein Mineral, was jedenfalls seinen Grund darin hat, dass das Fossil selbst in fortwährender Zersetzung begriffen ist.

Als derselbe Basalt auf dieselbe Weise mit Salzsäure behandelt, aber schon nach 48 Stunden untersucht wurde, waren 58,48 pCt. aufgeschlossen, welche enthielten:

Si O ³	33,020	mit O = 17,61
TiO ²	0,624	0,25
Al ² O ³	18,952	8,85
Fe O Fe ² O ³	16,691	4,60
Mn ² O ³	0,952	0,29
Ca O	11,294	3,23
Mg O	5,853	2,34
K O	2,886	0,49
Na O	5,385	1,39
Glühverlust	4,035	
	<u>99,692.</u>	

O von SiO³ und TiO² zu O der Basen = 1 : 1,181.

Die Grundmasse dieses Basaltes wird also sehr leicht durch Säuren aufgeschlossen, ganz besonders lassen sich dadurch die Alkalien vollständig ausziehen.

Der Rückstand des ersten Aufschliessens, in welchem unter dem Mikroskop zahlreiche Bruchstücke einer ungefärbten Substanz erkennbar waren gemengt mit dunkelgrünen, oft deutlich krystallisirten Augiten, ergab mit Flusssäure aufgeschlossen:

Si O ¹	48,043	mit O =	25,62
Ti O ²	0,712		0,28
Al ² O ³	13,079		6,11
Fe O	3,777		0,84
Ca O	20,705		5,92
Mg O	13,471		5,38
Mn ² O ³	0,213		0,06
	<hr/>		
	100,000		

O von Si O³ und Ti O² : O der Basen = 1 : 0,707.

Wahrscheinlich rührt die geringe Zersetzung mancher Gesteine daher, dass das eindringende, Kohlensäure und Luft enthaltende Wasser stagniren kann. Begünstigen die Lagerungsverhältnisse ein oft erneuertes Nachdringen solchen Wassers in das dauernd feuchte Gestein, so wird bald eine Reaktion eintreten, eingeleitet entweder durch die Kohlensäure, welche sich mit dem Kalke und den Alkalien zu verbinden strebt, oder durch den Sauerstoff, der das Eisen- und Manganoxydul in höhere Oxydationsstufen verwandelt, oder durch beide Prozesse zugleich.

Am Bärenstein sind die Lagerungsverhältnisse einem Nachdringen des Wassers in das Gestein sehr günstig, da der Basalt so stark zerklüftet ist. FREIESLEBEN (Magazin, Heft 4 S. 10) sagt darüber: „Der hiesige Thon geht einerseits in Wacke und andererseits in sandigen Thon und Sand über; denn zunächst unter dem Basalte und der Wacke liegt eine Schicht gelblichen, ockergelben Thones von $\frac{1}{2}$ Elle Mächtigkeit, dann kommt eine Schicht röthlichen Thones von 1 Elle Stärke und unter diesem eine 3 Ellen mächtige Schicht feinen, ziegelrothen, thonigen Sandes und dann Sandschichten mit Quarzbruchstücken.“ Indem nun das Tagewasser durch den zerklüfteten Basalt bis auf die Thonschicht sickert, wirkt es von unten nach oben zersetzend auf den Basalt ein, und man kann oft noch deutlich wahrnehmen, dass sich die Absonderungsklüfte in die basaltische Thonmasse fortsetzen, worauf schon WERNER (Bergm. Journ. 1788, Band II S. 845), allerdings in anderem Sinne, aufmerksam machte. Um zu zeigen, welche Bestandtheile vorzugsweise die Zersetzung hier einleiten, folgt eine Analyse des Basaltes, welcher einen Fuss über dem vollständig in Thon umgewandelten Basalte liegt. Dem Aeussern nach ist er wenig verschieden von dem vorhergehenden, und kaum lässt sich

eine hellere Färbung der Grundmasse erkennen. Er ist noch hart genug, um sich schleifen zu lassen. Die Augite sind ganz schwarz. Salzsäure greift ihn bedeutend leichter an, schliesst ihn aber nicht vollkommen auf. Er wurde deshalb geschmolzen, die geschmolzene Masse war schwarz und porös, der Gewichtsverlust betrug 5,850 pCt. Salzsäure zersetzte die erbsengrossen Stückchen ganz vollkommen. Die Analyse auf wasserhaltige Substanz berechnet ergab:

Si O ³	39,324	20,97
Ti O ²	1,520	0,61
Al ² O ³	19,756	9,22
Fe O Fe ² O ³	8,363	2,31
Fe O	1,520	0,34
Mn ² O ³	0,669	0,20
Ca O	10,583	3,02
Mg O	7,055	2,82
K O	1,034	0,18
Na O	1,855	0,48
Wasser	5,850	
	<hr/>	
	97,529.	

O von SiO³ und TiO² : O der Basen = 1 : 0,861.

Man sieht, dass sich vorzugsweise die Alkalien und besonders das Natron, dann aber auch die Kieselsäure und die Kalkerde verringert haben. Wenn die Grundmasse des Basaltes in der Zersetzung sehr vorgeschritten ist, werden endlich auch die Augite davon ergriffen, und, so klein sie sind, man kann auf frischen Bruchflächen des halbzersetzten Basaltes deutlich erkennen, wie ihr äusserer Rand heller wird, während in der Mitte noch ein schwarzer Kern liegt. Nähert sich der Zersetzungsgrad schon mehr dem Thone, so nehmen die Augite eine gelblich grüne Farbe an, werden weich, ihr Glanz wird wachsartig, und so fortschreitend erkennt man in dem vollständig zu Thon umgewandelten Basalte die Augite nur noch an der Form der Räume, die sie vorher einnahmen. Diese sind jetzt nämlich erfüllt durch eine ganz weisse, fast zellige, lockere Masse. Wegen der Kleinheit der Augitkrystalle war es nicht möglich, eine Analyse der zersetzten Augite anzustellen.

Der Thon, von WERNER Wacke genannt, ist von graugrünlicher Farbe; die vielen weissen Punkte geben ihm ein eigenthümliches Ansehen. Seine Festigkeit ist gering, indess

kann man ihn nicht leicht zwischen den Fingern zerreiben, wahrscheinlich weil durch den Druck des überlagernden Basaltes die Cohäsion der einzelnen Theile vergrössert ist. Der stark an der Zunge haftende Thon verbreitet, mit Wasser angerieben, den eigenthümlichen Thongeruch, ist ziemlich plastisch und erhält sich in grösserer Menge Wasser vertheilt lange schwebend; mit Salzsäure übergossen entwickelt sich etwas Kohlensäure. Beim Erhitzen bis zur dunkeln Rothgluth geht die graugrüne Farbe in Braunroth über, und die Masse wird fester. Ueber dem Gasgebläse einer kräftigen Weissgluth anhaltend ausgesetzt schmilzt er und verliert dabei 9,646 pCt. Der geglühte Thon lässt sich nicht vollkommen durch Schwefelsäure aufschliessen, und der geschmolzene wurde durch concentrirte Salzsäure selbst nach vielen Wochen kaum merklich angegriffen. Der bei 100° getrocknete und mit Schwefelsäure aufgeschlossene Thon ergab:

Si O ³	40,352
Ti O ²	1,461
Al ² O ³	32,515
Fe O Fe ² O ³	9,170
Mn ² O ³	0,034
Ca O	3,727
Mg O	1,277
K O	0,365
Na O	1,311
Glühverlust	9,646
	<hr/> 99,858

Zieht man das Titaneisen und Eisenoxydoxydul ab, berücksichtigt die geringen Mengen der übrigen Basen als theilweise mit Kohlensäure verbunden nicht weiter und rechnet 3,442 pCt. Kieselsäure ab, die sich durch verdünntes kaustisches Natron ausziehen lässt, also nicht zu der Verbindung gehört, so erhält man

Si O ³	46,68	mit O =	24,90	=	2,30
Al ² O ³	41,12		19,20		1,77
Wasser	12,20		10,84		1
	<hr/> 100,00				

Der Sauerstoff der Thonerde, der Kieselsäure und des Wassers verhält sich also wie 3 : 3, 9 : 1,7, woraus man wohl die Formel $3\text{Al}^2\text{O}^3 + 4\text{SiO}^3 + 6\text{HO}$ berechnen darf. Nahe

Uebereinstimmung zeigt die des Vergleichs wegen angestellte Analyse des bei Godesberg vorkommenden Thones, welche ergab:

SiO ³	46,547	mit 0 = 24,83	= 4,3
Al ² O ³	37,507	17,50	3
Fe O	2,031		
MgO	0,541		
Alkali	0,844		
Wasser	12,254	10,89	1,9
	<u>99,724</u>		

Bei der Zersetzung des Basaltes entsteht demnach durch allmälige Ausscheidung der Alkalien, der Magnesia, Kalkerde und eines Theiles der Kieselsäure eine relative Anhäufung der Thonerde, und als Endproduct der Zersetzung bleibt ein wasserhaltiges Thonerdesilicat übrig, nahe von der atomistischen Zusammensetzung anderer Thone, wenn überhaupt für diese Massen eine Formel aufgestellt werden darf.

Schon STRUVE leitet die im böhmischen Mittelgebirge vorkommenden Mergel-Ablagerungen, so wie manche andere tertiäre Gebilde, zum grossen Theile von verwitterten Basalten her. Lehmlagerungen finden sich in jedem Thale des Mittelgebirges, wo sie den Fuss der Basaltberge bedecken und sich zuweilen hoch an den Gehängen hinaufziehen. Sowohl dieser Thon als der am Scheibenberge und Bärenstein werden zu Ziegeln und gröberen Töpferarbeiten benutzt. Dass man nach REUSS (Teplitz und Bilin S. 271) den Thon vor der Verwendung mit Sand mengt, ist charakteristisch für seine Abstammung; man will durch diesen Zusatz die Schmelzbarkeit des Basaltthones vermindern.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1864-1865

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Roth Justus

Artikel/Article: [Ueber die Umwandlung des Basaltes zu Thon. 594-605](#)