

V.

Bauxit.

Von Dr. Adolf Liebrich.

Hierzu Tafel I, II u. III.

Bauxit nannte Berthier ein in der Nähe von les Baux unweit Arles in Süd-Frankreich nahe der Rhone-Mündung vorkommendes compactes, erdiges und pisolithisches Mineral, besser Gestein, welches im wesentlichen aus amorphem Thonerdehydrat und Eisenoxydhydrat besteht neben geringen Mengen von Kieselsäure, Titansäure und Kalk.

Der Bauxit soll dort in den Kreideschichten gangartige Ausfüllungen von fast zwei Meilen Länge bilden (Wedding. Neues Jahrb. für Mineral. 1863 S. 723).

Spätere Funde von amorphem Thonerdehydrat, gemengt mit Eisenoxydhydrat, wurden dann gleichfalls mit dem Namen Bauxit bezeichnet. So findet sich der Bauxit in Frankreich außer in der Nähe der Rhonemündung noch bei Fons-à-Fy im Departement der Charente, in Italien kommt er in Kalabrien vor, in Oesterreich in Krain, Steiermark und Nd.-Oesterreich, in Irland bei Belfast. In Deutschland findet er sich am südlichen Abhang des Westerwalds unweit des Dorfes Mühlbach bei Hadamar und in der Nähe von Klein-Steinheim bei Hanau, außerdem in großen Mengen am Westabhange des Vogelsberges.

Die Lagerungsart des Bauxits im Westerwald und Vogelsberg kennzeichnet L. Roth (Der Bauxit und seine Verwendung zur Herstellung von Cement aus Hochofenschlacke. Wetzlar 1882) mit folgenden Worten :

„Auf dem Westerwalde und Vogelsberge liegt er nesterweise und in einzelnen zerstreuten, mitunter auch massenhaft auftretenden Rollstücken auf dem Basalte.“

In Irland tritt er lagerartig in einer Mulde des Basaltes auf (Percy-Wedding. Eisenhüttenkunde. II. Abt. S. 565). In der Woche in Krain bildet der Bauxit nach Fr. v. Hauer (Jahrb. der geol. Reichsanstalt XVI. 1. Heft, Sitzung vom 6. II. 1866) ein ausgedehntes Lager zwischen Trias und Juragesteinen.

Die quantitative chemische Zusammensetzung dieser Bauxite ist sehr verschieden. Zuweilen fast ausschließlich von Thonerdehydrat gebildet neben ganz geringem Gehalt an Eisenoxydhydrat wird der Bauxit durch das Vorherrschen des letzteren zu einem Eisenstein. So erwähnte Coquand (Bull. de la Soc. de géol. de France. 1871. T. 28. p. 98), daß sich 2 Arten bei dem südfranzösischen Bauxit unterscheiden lassen, der eisenreiche und der thonerdereiche und gibt die Analyse eines der ersten Art an mit

Fe_2O_3	60
SiO_2	4
Al_2O_3 und TiO_2	18
$\text{H}_2\text{O} \cdot \text{CaO}$	18
	100.

Kieselsäure hat in wechselnden, doch enger begrenzten Mengen ihren steten Antheil. Bei den meisten Bauxiten ist derselbe allerdings sehr gering, nur selten scheint er sich bis auf gegen 20 Procent zu erheben. Die übrigen Gemengtheile sind unwesentlich bis auf Titansäure, die sich im französischen Bauxit, sowie auch im Vogelsberger Bauxit (nach meinen später anzugebenden Analysen) bis über 3 Procent findet.

Der Wassergehalt sonst ganz ähnlich zusammengesetzter Bauxite von verschiedenen Fundorten schwankt innerhalb weiter Grenzen, von Bauxiten bestimmter Fundorte jedoch innerhalb gewisser enger Grenzen, und zwar in einer Weise, daß man annehmen muß, die Thonerdehydrate verschiedener Bauxite sind zuweilen verschieden.

Zur Erläuterung dieser Behauptung im besonderen diene die folgende übersichtliche Zusammenstellung einiger Analysen von südfranzösischem und Vogelsberger Bauxit.

	I.	II.	III.	IV.
Al ₂ O ₃	52,00	57,60	55,40	44,00
Fe ₂ O ₃	27,60	25,30	24,80	35,50
SiO ₂	—	2,80	4,80	5,50
CaCO ₃	—	0,40	0,20	—
CaO	—	—	—	1,00
TiO ₂	—	3,10	3,20	—
H ₂ O	20,40	10,80	11,60	13,00
	100,00	100,00	100,00	99,50

	V.	VI.	VII.	VIII.
Al ₂ O ₃	50,85	49,02	49,97	51,86
Fe ₂ O ₃	14,36	12,90	19,87	15,14
FeO	0,35	—	—	—
SiO ₂	5,14	10,27	4,61	5,10
CaO	0,41	0,62	0,58	—
MgO	0,11	Spur	Spur	—
K ₂ O	0,09	0,11	—	—
Na ₂ O	0,17	0,20	—	—
(bis 100°) H ₂ O	1,35	0,93	—	1,80
(über 100°) H ₂ O	27,03	25,88	24,54	26,10
CO ₂	Spur	0,26	—	—
P ₂ O ₅	0,48	0,38	—	—
	100,34	100,57	99,57	100,00.

1. Bauxit von les Baux. Erste Analyse des Bauxits von Berthier. 1821 (Annal. du mines VI. p. 531).
2. Bauxit von les Baux. Analyse von Sainte-Claire-Deville (Neues Jahrb. für Mineral. 1871. S. 940).
3. Bauxit von Allauch bei Marseille. Analyse von demselben (ebendort).
4. Bauxit von les Baux. Analyse von Rivot (Percy-Wedding, Eisenhüttenkunde I. Abt. S. 396).
5. 6. Bauxit von Langsdorf westlich vom Vogelsberg. Analysen von J. Lang (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1884. 2894).
7. Bauxit von Garbenteich bei Giefßen. Analyse angegeben von W. Will (Ber. der oberhess. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde 22. 314. 1883).

8. Bauxit aus der Gegend von Gießen nach C. Bischof (Dingler's Polytechn. Journal 1881. B. 239. S. 469).

In diesen Analysen besitzt der Bauxit von Süd-Frankreich bei größerer Menge Thonerde und Eisenoxyd die Hälfte des Wassers der Bauxite vom Vogelsberge. Nur die älteste Analyse von Berthier zeigt einen etwas abweichenden Wassergehalt, die übrigen Analysen des französischen Bauxits mit kaum mehr als 10 Procent Wasser bedingen ein Thonerdehydrat von geringem Wassergehalt als Hauptbestandtheil dieses Bauxits, am wahrscheinlichsten eines der Formel $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, der Zusammensetzung des Minerals Diaspor. Unter den Hydrargillit, das andere in der Natur krystallisirt vorkommende Thonerdehydrat der Formel $\text{Al}_2(\text{OH})_6$, läßt sich dieser Bauxit keinesfalls unterordnen.

Der Vogelsberger Bauxit besitzt bei durchschnittlich geringerem Thonerde- und Eisenoxydgehalt den ungleich höheren Wassergehalt von über 25 Procent. Das Thonerdehydrat des Vogelsberger Bauxits muß somit ein anderes sein, als das des Bauxits von Süd-Frankreich, und zwar wahrscheinlich Hydrargillit. Die thatsächlichen nahen Beziehungen des Bauxits vom Vogelsberge zum Hydrargillit werden in den folgenden Untersuchungen deutlich hervortreten.

Die übrigen Bauxitvorkommen, das in der Woche in Krain, in Irland bei Belfast, in Calabrien, in Nd.-Oesterreich etc. lassen nach den mir vorliegenden Analysen ebenfalls die Unterordnung unter die eine oder andere Formel der beiden krystallisirt vorkommenden Thonerdehydrate vermuthen, doch dürften wohl gründliche Untersuchungen hier noch auszuführen sein, ehe bestimmte Schlüsse gezogen werden können.

Ueber den Ursprung des Bauxits in Süd-Frankreich verbreitet sich Coquand (Bull. de la Soc. géol. de France 1871. T. 28. p. 98). Er hält den Bauxit für ein durch Quellenwirkung umgewandeltes vulkanisches Produkt.

Dieulafait (Compt. rend. des séances. 1881. 93. 804) bezeichnet denselben Bauxit als geschichtet. Er nimmt an, derselbe sei ein bei der Verwitterung granitischer Gesteine

entstandener Rückstand von Thonerde und Eisenoxyd und bringt Lagen von Quarzgeröllen und zersetztem Feldspath in den dortigen Schichten der Kreideformation, in welcher auch der Bauxit auftritt, in Zusammenhang mit der Bauxitbildung.

Gegen die Ansicht von Dieulafait wendet sich Meunier (Compt. rend. 96. 1883. 1737—40). Dieser glaubt, daß die Bauxitbildung mit einer Einwirkung von kohlenurem Kalk auf Chloraluminium in Zusammenhang zu bringen sei.

Diese so verschiedenen Ansichten geben in ihrer Gesamtheit ein noch recht undeutliches Bild.

Der Vogelsberger Bauxit gibt sich sowohl seinen Lagerungsverhältnissen als auch seiner Structur nach schon äußerlich als Product einer Umwandlung von Basalt zu erkennen.

Ebenso spricht die Art des Vorkommens des Bauxits im Westerwald, sowie die in Irland bei Belfast für eine Entstehung dieser Bauxite aus basaltischem Gesteine.

Mögen diese verschiedenen Bauxitarten auch verschiedenartigem Gesteine entstammen, so erscheint es immerhin wahrscheinlich, daß der Proceß ihrer Bildung auf verwandten Ursachen beruht, die bis jetzt noch nicht zu unserer Erkenntnis gelangt sind.

Vorliegende Arbeit versucht, für die Erklärung der Bauxitbildung am Vogelsberge bestimmtere Anhaltspunkte festzulegen.

Der Bauxit vom Vogelsberge.

Giessen liegt auf der Grenze zwischen dem Basalt des Vogelsberges und dem Devon und Kulm des Westerwaldes. Die äußersten Basaltdurchbrüche nach Westen zu bilden westlich von Giessen einzelne Kuppen im Devon und Kulm, die zum Theil mit Burgruinen gekrönt sind und herrliche Rundsichten in das Lahnthal gestatten.

Oestlich von Giessen ist der Basalt vorherrschend und bildet zusammenhängende Massen, die langsam zur Höhe des Vogelsberges hinansteigen.

Aus dem Basalt ist hier in der Gegend von Groß-Buseck, Annerod, Garbenteich bis weit östlich und südöstlich von Lich ein merkwürdiges Gestein hervorgegangen: Der Bauxit.

Streng berichtet bei Gelegenheit der vierunddreißigsten Versammlung der deutschen geologischen Gesellschaft zu Bonn über Verwitterung basaltischer Gesteine des Vogelsberges, wobei er auch des Bauxites als eines Verwitterungsproductes von basaltischem Gesteine erwähnt.

Der hier interessirende Theil des Sitzungsberichtes lautet:

„Vortragender beschrieb zuerst kurz die Bildung der Basalteisensteine in dem von Eisen befreiten Verwitterungsproduct der Basalte, ferner die durch das Auslaugen der Kieselerde bewirkte Bildung eigenthümlicher Hornsteinknauer. Hand in Hand mit der Auslaugung der Kieselsäure geht häufig die Bildung von eisenhaltigem Bauxit, der den letzten Rückstand der Zersetzung mancher Basalte zu bilden scheint.“

Nach einer mündlichen Mittheilung Streng's hält derselbe die damals ausgesprochene Ansicht, daß der Bauxit den letzten Rückstand der Zersetzung mancher Basalte bilde, in Uebereinstimmung mit den Resultaten dieser Arbeit, nur noch in einer beschränkten Weise aufrecht.

Eingehende geologische Untersuchungen waren bis jetzt noch nicht über das merkwürdige Umwandlungsproduct des Basaltes ausgeführt, die wenigen Arbeiten, welche diesen Bauxit zum Gegenstand haben, beschränken sich meistens auf die Angabe einiger Analysen, so W. Will (Ber. der oberhess. Gesellsch. für Natur- u. Heilkunde 22. 314. 1883) und C. Bischof (Dingler's Polytechnisches Journal 1881. S. 469).

Die einzige Arbeit, welche es sich zur Aufgabe gestellt hatte, auf dem Wege einer petrographischen Untersuchung die Entstehung des Bauxits aus dem Basalte zu beweisen, war die von J. Lang (Ber. der deutsch. chem. Gesellsch. 1884. 2894). Derselbe untersuchte den Bauxit im Pulver unter dem Mikroskop, da ihm ein Dünnschliff wegen der leichten Zerreiblichkeit und Porosität des Gesteins unmöglich schien. Die petrographischen Untersuchungen Lang's, deren

Ergebnisse mit denen meiner petrographischen Untersuchungen der Bauxite im Dünnschliff nicht harmoniren, sind wenig eingehend, dagegen sind die chemischen Analysen Lang's wohl die sorgfältigsten, die bis jetzt vom Bauxit ausgeführt worden sind. Ich habe dieselben am Eingang der Arbeit bereits aufgestellt. Die Analysen haben nur den einen Nachtheil, daß die Titansäure, welche der Bauxit in ziemlichen Mengen, nach meinen später anzugebenden Analysen zu ungefähr 3 Procent enthält, nicht bestimmt worden ist.

Die genaueren Grenzen des Bauxitvorkommens am Vogelsberge sind noch nicht bekannt und haben für den beschränkteren Zweck dieser Arbeit, welche nur die Grundlage zur Erklärung der Entstehung des Bauxits ausbauen soll, keine specielle Bedeutung.

Der Bauxit, der an allen Orten seines Vorkommens schon der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge gegenüber die basaltische Mutter vermuthen läßt, findet sich, wenn nicht in losen Knollen in Feld und Wald umherliegend, in einem Thone von grauweißer bis rothbrauner Farbe eingelagert, welcher meist neben Bauxitknollen sogenannte Basalteisensteinknollen und häufig auch Stücke mehr oder weniger verwitterten Basaltes, sowie an manchen Orten Knauer von Hornstein enthält.

Die Untersuchung einiger bauxitführenden Thone bildet einen Hauptgegenstand meiner Arbeit neben den Untersuchungen von Bauxiten und Basalteisensteinen, und den petrographischen Untersuchungen einiger in dem Bereiche des Bauxitvorkommens anstehender basaltischer Gesteine.

Der Zweck der Untersuchung der Thone läßt sich im hauptsächlichlichen in die Beantwortung folgender Fragen zusammenfassen :

Ist der bauxitführende Thon ebenfalls aus Basalt entstanden ?

Liegt er auf ursprünglicher Lagerstätte, wo er sich neben Bauxit gebildet hat, oder ist er zugeführt ?

Giebt seine chemische und mineralische Zusammensetzung Anhaltspunkte zur Erklärung der Entstehung des Bauxits ?

Dieser Zweck erforderte sowohl eine chemische, wie eine mechanische Analyse. Die Methoden der chemischen Analysen sind bekannte. Bei der mechanischen Analyse verfuhr ich in folgendem Sinne : Durch mechanische Operationen die verschiedenen individualisirten Gemengtheile des Thones so weit als möglich zu isoliren.

Dasselbe wurde durch Schlemmen mit Wasser und darauf durch spec. schwere Flüssigkeiten bewirkt.

Zunächst wurden die getrockneten und zerbröckelten Thone vermittelst feiner Draht- und Haarsiebe von den knolligen Bestandtheilen getrennt. Der erhaltene feine Thon wurde geschlemmt und zwar in dem von Nöbel angegebenen Schlemmapparat, der mir gute Dienste leistete, indem durch Regulirung des Wasserdurchflusses die Scheidung der gröbereren und spec. schwereren Theile, so weit sie wünschenswerth erschien im einzelnen Falle, auf bequeme Weise hergestellt werden konnte.

Die durch das Schlemmen concentrirten größten Theile wurden Trennungen durch spec. schwere Flüssigkeiten, Jodquecksilber-Jodkaliumlösung und Methylenjodid unterworfen. Nähere Mittheilungen darüber bei den Ausführungen der einzelnen Untersuchungen.

Es gelangten die folgenden Bauxit oder Basalteisenstein führenden Thone zur Untersuchung.

1. Der Thon des rothen Hangs bei Garbenteich.
2. Der Thon aus der Grube am Schäferling bei Lich.
3. Thon vom Einschnitt der Bahn Laubach-Hungen im Walde südwestlich von Villingen.
4. Thon am Bahnhof Villingen, der Grund, auf welchem das neue Bahnhofsgebäude steht.
5. Thon aus der Grube östlich am Firnewald nahe der Strafe Annerod-Steinbach.

Diese 5 Thone sind so gewählt, daß sie die Verschiedenheiten der Bauxit oder verwandte Bildungen führenden Thone am leichtesten zum Ausdruck bringen, sowohl in Bezug auf die Art der Lagerung als auch auf die Art der eingelagerten Bauxite und bauxitähnlichen Bildungen, als welche auch die

Basalteisensteine mehr oder weniger aufzufassen sein dürften. Thon 1, 2 und 5 führen bei verschiedener Lagerungsart Einlagerungen von Bauxit sowohl als auch Basalteisenstein. Diese Einlagerungen sind jedoch in mancher Beziehung recht verschiedenartig. Thon 3 führt eine ganz besondere Art leicht zerfallende Knollen, die ohne weiteres nicht als Bauxit oder Basalteisenstein zu bezeichnen sind. Thon 4 endlich umschließt keinen Bauxit, sondern nur Eisenstein.

Den Beschreibungen der Thonuntersuchungen habe ich im Einzelnen gleich die der Untersuchungen von den eingelagerten Bauxiten und Basalteisensteinen angefügt, wodurch das Bild des Ganzen natürlicher sich zu gestalten schien, als eine getrennte Behandlung von Thon und Einlagerungen es gestattet hätte.

Es muß vorausgeschickt werden, daß die Verbreitungen dieser einzelnen untersuchten Bauxitvorkommen nur insofern Erwähnung finden, als sie ein Bild der engeren Verbreitungsart des Bauxits darstellen. Meine Arbeit steht zu Streng's gegenwärtiger geologischer Aufnahme der östlichen Umgegend von Giefsen für die geologische Landesanstalt in nächster Beziehung und stützt sich auf diese, so weit es im Interesse der Aufgabe liegt.

Die Bauxitanalysen wurden nach der von A. Knop angegebenen Analyse titansäurehaltiger Silikate ausgeführt. Der Bauxit löst sich in heißer concentrirter Salzsäure bei längerer Behandlung vollkommen auf unter Zurücklassung von wenig amorpher Kieselsäure und größeren oder kleineren Mengen einer im Bauxit krystallinisch ausgeschiedenen farblosen Substanz, die bei dem Aufschluß mit KHSO_4 vollkommen gelöst wird. Heiße Salzsäure hinterließ z. B. bei dem Bauxit vom rothen Hang 13 Procent meist krystallinische Substanz, welche beim Aufschluß mit KHSO_4 nur gegen 1 Procent Kieselerde zurückließ.

Zur Untersuchung der Mineralzusammensetzung des Bauxits wandte ich den Dünnschliff an und erlangte dabei die befriedigendsten Resultate. Bei wenigen lose zusammenhängenden Bauxiten ist allerdings der Dünnschliff schwierig

herzustellen, doch ist dieser Fall vereinzelt. Im allgemeinen giebt der Bauxit einen durchaus brauchbaren Dünnschliff, wie die der Arbeit angefügten Phototypien es beweisen.

Es folgen nun die Untersuchungen der Thone mit ihren Einlagerungen in der oben angeführten Reihenfolge.

1. Der Thon des rothen Hangs bei Garbenteich.

Der rothe Hang bei Garbenteich 400 m östlich der StraÙe Garbenteich-Dorfgill in der Nähe des Bahnwärterhäuschens Nr. 9 der oberhessischen Eisenbahn, Strecke Giefsen-Lich, besteht aus einem lockeren braunrothen Thon. Er bildet einen Theil des Abhangs einer langgestreckten Anhöhe südöstlich von Garbenteich, des südlichen sogenannten „auf der Haide“.

Nordöstlich schließt sich die Höhe an die Anamesitkuppe des „hohen Stein“ östlich von Garbenteich. Während diese Kuppe selbst keinen Bauxit trägt, findet sich an ihrem Fusse ein rothgelb und weiß gefleckter Bauxit in dem grusigen Verwitterungsproduct dieses Anamesits. Dieser Bauxit zeigt schon bei oberflächlicher Betrachtung unverkennbar die Structur des zugehörigen Anamesit's. Von dem Fusse der Kuppe an ist der Bauxit über die Aecker der angeführten Höhe verbreitet, massenweise liegt er auf der Scholle und den Wegen, an welchen oft Haufwerke zusammengelesener Knollen herumliegen. Neben ihm finden sich dunkle Basalteisensteinknollen und graugelbe dicke Hornsteinknauer, sowie mehr oder weniger verwitterte Knollen von dem Anamesit des „hohen Stein“ und dichterem, dunklerem Anamesit.

Im „rothen Hang“ liegt der Bauxit in dem rothen Thone, der auch sonst an manchen Stellen der Höhe besonders in frischen Gräben hervortritt, als Knollen von der verschiedensten GröÙe bis zu einem halben Meter Durchmesser. Der Thon steht in ungefähr 2 m Höhe an. Seine untere Grenze ist nicht bekannt, während dieselbe nicht weit davon, in einem Graben auf der Höhe nach Garbenteich zu bei einer Mächtigkeit des rothen Thones von knapp 1 m deutlich zu erkennen ist. Der rothe Thon liegt hier auf einem in feuchtem

Zustände schwärzlichen, trocken hellgrauen, thonigen Verwitterungsproduct eines Basaltes, welches als solches leicht erkennbar ist, indem dieser graue Thon das Aussehen eines noch halb festen, durch angehende Verwitterung in Körner zerfallenen Basaltes besitzt. Der graue Thon führt kein Titaneisen und viel Magneteisen, während bei dem rothen Thone das umgekehrte Verhältniß vorhanden ist. Beide Thone enthalten, der obere neben Bauxit, unverwitterte Gesteinsknohlen, deren Structur im verschiedenen Thone verschieden ist.

Der Dünnschliff des Basaltes im grauen Thone zeigt vorwiegend farblos isotrope glasige Grundmasse; neben kleinem, meist automorphem Augit kleine Olivine und kleines Magneteisen, das in der Größe und Menge gut zu dem Magneteisen des grauen Thones stimmt. Zwischen gekreuzten Nikols treten im isotropen Grund hier und da undeutliche Plagioklase hervor. Dieses gleichartige Magneteisen im Basalt und Thon giebt bei der Art der Lagerung die Gewißheit, daß beide zusammengehören, d. h., daß der graue Thon das Verwitterungsproduct des Basaltes der eingelagerten Knohlen bedeutet. Die Schriffe der Knohlen im rothen Thone zeigen eine gröbere, anamesitische Structur.

Der bauxitführende Thon ist somit hier nicht das Verwitterungsproduct eines darunter anstehenden Basaltes, sondern eines über dichtem Basalt liegenden, vollständig zeretzten Anamesits.

Die Bauxitknohlen besitzen keine charakteristischen Formen. Man erkennt sie an dem geringen spec. Gewicht, ihrer meist recht unebenen Oberfläche und der hell bis dunkelbraunen äußeren Farbe. Im Bruch erscheinen sie entweder gefleckt, hell- und dunkelgrau, grauweiß und gelb bis rothgelb, oder auch gleichmäßig hell- bis dunkelrothbraun. Sie sind meistens von zahlreichen Hohlräumen durchsetzt oder seltener feinporös. Die Hohlräume sind häufig mit kleinen farblosen oder gelblich gefärbten Kryställchen überzogen, deren genaue Untersuchung ich weiter unten ausführlich wiedergeben werde.

An manchen Stellen des rothen Hangs liegt der Bauxit Block an Block und dann in seinen größten Formen. Regelmäßige Anordnung der Blöcke zu einander konnte ich nicht erkennen, dagegen zeigen diese größeren Blöcke von einem Durchmesser bis zu einem halben Meter häufig lagenförmige Absonderung, wobei die Spalten zuweilen von einem krystallinischen Ueberzuge bedeckt sind, der unter dem Mikroskop die gleichen Formen wie die Kryställchen in den Hohlräumen zeigt.

Uebergangsformen zwischen Bauxit einerseits und Basalt oder Thon andererseits konnte ich nicht beobachten; der Bauxit hat durchgehends ungefähr die gleiche Festigkeit und *nirgends findet sich ein Bauxit, der einen Kern unverwitterten Gesteins enthielte.*

Nur in sehr vereinzelt Bauxiten des rothen Hangs fand ich die Hohlräume ganz oder zum großen Theil mit krystallinischer, lose zusammenhängender Substanz erfüllt, oder von kleinen, weissen, krystallbesetzten Säulen und Wänden krystallinischer Substanz durchzogen. Diese krystallinischen Ausfüllungen lieferten mir das Material zur chemischen Untersuchung der in allen Bauxiten an Form gleichen Krystallausscheidungen.

Neben den Bauxitknollen finden sich im rothen Hang und auf der ganzen Anhöhe südöstlich von Garbenteich Knollen von Basalteisenstein, jedoch nicht so groß wie der größte Bauxit und mehr vereinzelt. Der Eisenstein, braun bis schwärzlichroth, ist häufig mit Bauxit verwachsen, ja in manchen Knollen des Basalteisenstein's finden sich Bauxiteinschlüsse, die sich durch ihre hellere Farbe, Porosität und Zerreiblichkeit scharf von dem einschließenden Gesteine unterscheiden. Auch allmählichere Uebergänge kommen hier vor. Der Basalteisenstein unterscheidet sich vom Bauxit außer durch die dunklere Farbe durch die größere spec. Schwere und die dichte Beschaffenheit. Zuweilen ist der Basalteisenstein deckenartig von dunklerem Glaskopf überzogen.

Der Hornstein, der in großen Knauern auf der Höhe zwischen dem Bauxit umherliegt, ist von hellgelblich bis röth-

lichgrauer Farbe, häufig von dunkleren Adern durchzogen und von sprüngen Hohlräumen durchsetzt, in welchen zuweilen kleine Quarzkrystalle zu erkennen sind. Nach Verwachsungen von Bauxit und Basalteisenstein mit Hornstein, die sich bei gleichzeitiger Entstehung dieser Umwandlungsproducte hätten bilden können, habe ich vergeblich gesucht.

Zur *Untersuchung des Thones vom rothen Hang* wurde eine Probe im unteren Theile des Hanges ausgehoben, getrocknet, zerbröckelt und vermittelst des Siebes von allen knolligen Bestandtheilen getrennt. Der resultirende feine Thon wurde zur mechanischen und chemischen Analyse verwandt.

Ein Theil desselben wurde zunächst geschlemmt. Das hierbei erhaltene größte Schlemmproduct wurde durch Quecksilberjodid-Jodkaliumlösung vom spec. Gewicht 3,0 in amorphe leichtere und krystallinische schwerere Körner zerlegt. Im leichteren, zwischen der großen Menge der röthlichweißen bis rothen, amorphen Körner zeigten sich nur noch ganz vereinzelte, farblose, anisotrope Krystalltheilchen, welche zum Theil den Krystallen im Bauxit nahe zu stehen scheinen, jedoch nur durch ihr optisches Verhalten, nicht durch Formen an diese erinnern z. Th. Rückstände von Feldspath sein dürften.

Das Schwerere als vom spec. Gewicht 3,0, ein geringer Procentsatz des Thones, zeigte sich unter dem Mikroskop als ein Gemenge von schwarzen, undurchsichtigen und röthlichgelben, durchsichtigen, anisotropen Körnern neben amorpher Verunreinigung. Methylenjodid vom spec. Gewicht 3,3 entfernte diese amorphe Verunreinigung, indem sich die schwarzen und röthlichgelben Theile auch schwerer als diese Flüssigkeit zeigten.

Mit dem Magneten behandelt erwies sich das Schwarze als schwach magnetisch. Die sich an den Magneten anhängenden Theile erschienen unter dem Mikroskop als unregelmäßig geformte, dünne Platten von *Titaneisen*. Magneteisenformen konnte ich nicht erkennen. Vor dem Löthrohr im Phosphorsalz gaben die schwarzen Platten die Titanreaction.

Die rothgelben Theile löschten gerade aus in Bezug auf die mehrfach vorhandenen parallelen Spaltrisse. Sie wurden unter dem Mikroskop mit Hülfe eines Haares isolirt, so daß die Winkel ihrer häufig scharfen Formen auf dem Objecttisch gemessen werden konnten. Sowohl die Winkel, als auch Farbe, Spaltungsrisse, optisches Verhalten kennzeichneten die Theilchen als *umgewandelten Olivin*.

Bei der Behandlung mit Salzsäure hinterließen diese Olivintheile eine geringe Menge weißer, in KOH löslicher, amorpher Kieselerde. Der Olivin scheint großentheils in Eisenhydroxyd umgewandelt zu sein.

Die individualisirten Theile dieses Thones, Titaneisen und umgewandelter Olivin, stammen unzweifelhaft aus basaltischem Gestein und zwar dem Titaneisen nach zu urtheilen aus einem Anamesit.

Die chemische Zusammensetzung des Thones vom rothen Hang ist folgende :

	SiO ₂	27,64
	Al ₂ O ₃	33,56
	Fe ₂ O ₃	19,83
	CaO	0,70
	MgO	0,54
	Na ₂ O	0,10
	K ₂ O	—
(bis 100°)	H ₂ O	2,67
(über 100°)	H ₂ O	15,46
		100,50.

Berechnet man die gesammte Kieselsäure des Thones auf die Kaolinformel, so ergibt sich, daß der Thon ungefähr 10 Procent Thonerde mehr besitzt, als die Kieselsäure des Thones zur Kaolinformel erfordert. Diese überschüssige Thonerde dürfte daher als Hydrat in dem Thon vorhanden sein, wofür auch der verhältnißmäßige hohe Gehalt an erst beim Glühen entweichendem Wasser spricht. Eine Controllanalyse, die wegen der Merkwürdigkeit des Resultates dieser ersten Analyse angestellt wurde, hatte kein anderes Ergebnis. Dasselbe war

SiO ₂	26,84
Al ₂ O ₃	33,89
Fe ₂ O ₃	20,21
H ₂ O	18,50
CaO	0,42
MgO	0,23
	<hr/>
	100,09.

Diese Zusammensetzung eines Thones ist ohne Zweifel einzig in ihrer Art. Sie zeigt, daß Thonerdehydrat, welches ja zu drei Viertel den Bauxit bildet, auch im Thone des rothen Hangs enthalten ist, daß also der Thon seiner chemischen Zusammensetzung nach in einem verwandtschaftlichen Verhältniß zum Bauxit steht. Der Gehalt an TiO₂ wurde in den Analysen der Thone nicht bestimmt, jedenfalls ist aber dieser Körper vorhanden, wie sich aus der Anwesenheit von Titaneisen ergibt.

Der grobkörnigste Bauxit vom rothen Hang hat nach meiner Analyse folgende Zusammensetzung :

	SiO ₂	1,10
	Al ₂ O ₃	50,92
	Fe ₂ O ₃	15,70
	TiO ₂	3,20
	CaO	0,80
	MgO	0,16
(bis 100°)	H ₂ O	0,85
(über 100°)	H ₂ O	27,75
		<hr/>
		100,48.

Dieses Ergebniß weicht insofern etwas von den Resultaten Will's und Lang's ab, als diese einen etwas höheren Kieselsäuregehalt gefunden haben, wobei allerdings die Nichtbestimmung der Titansäure in's Gewicht fällt.

Eine besondere Bestimmung der Phosphorsäure ergab einen Gehalt von 0,38 Procent, genau so viel, wie Lang in einer Varietät von Langsdorf gefunden hat.

Die Thonerde muß als Al₂(OH)₆, das Eisenoxyd im Wesentlichen als Brauneisenstein in diesem Bauxit vorhanden sein.

Ein dunkler dichter Basalteisenstein erwies sich, der chemischen Analyse unterworfen als folgendermaßen zusammengesetzt :

	Fe ₂ O ₃	57,98
	Al ₂ O ₃	14,10
	SiO ₂	8,35
	TiO ₂	3,00
	CaO	0,40
	MgO	Spur
(bis 100°)	H ₂ O	2,40
(über 100°)	H ₂ O	13,66
		99,89.

Der Basalteisenstein erklärt sich hiermit als eine bauxitverwandte Bildung. Das im Bauxit vorwiegende Thonerdehydrat ist von einem Hydrat des Eisenoxyds in den Hintergrund gedrängt und zwar stehen die Mengen der beiden Hydrate hier ungefähr im umgekehrten Verhältniß, wie beim Bauxit. Das Eisenoxydhydrat dürfte dem Wassergehalt sowie der röthlichen Farbe des Gesteins nach zum Theil als einfach gewässertes, Göthit, z. T. wohl auch als anderthalbfach gewässertes, Brauneisenstein, vorhanden sein.

Im *Diünnschliff* beweist der *Bauxit* vom rothen Hang unverkennbar seine Abstammung. Der Schliff eines gelblich-grauen Bauxits zeigte eine deutliche mittelkörnige Anamesitstructur (vergleiche Fig. 1 der Photographien). Vorwiegend sind große weißse, manchmal von gelblicher Substanz erfüllte, völlig umgewandelte Plagioklasleisten. Dazwischen befinden sich wolkige, gelbe bis braune, formlose Ausfüllungen, schwach durchscheinend bis undurchsichtig, erinnernd an einen durch Eisenoxydhydrat braun gefärbten Aluminiumhydroxydniederschlag. Diese Ausfüllungen dürften wohl umgewandelten Augit darstellen, indem die entsprechenden Ausfüllungen bei structurenverwandten unzersetzen Anamesiten durch xenomorphen Augit gebildet sind. Zwischen gekreuzten Nikols zeigen die umgewandelten Plagioklasleisten Aggregatpolarisation, sie erscheinen wie aus unregelmäßig durcheinander gewachsenen Krystalltheilchen einer pseudomorphosirenden

Substanz gebildet. Leisten und Platten von Titaneisen, oft vielfach zerbrochen, sind reichlich vorhanden, ebenso röthlich-gelbe, zerklüftete, umgewandelte Olivine und zwar als einziger Gemengtheil, welcher auf das polarisirte Licht in ähnlicher Weise wirkt, wie die ursprüngliche Substanz: Die umgewandelten Olivine sind vollkommen durchsichtig und zeigen ihre gerade Auslöschung. Ihr Verhalten ist vollkommen übereinstimmend mit den umgewandelten Olivintheilen des Thones.

Bei den Photographien tritt das Titaneisen weniger hervor, da es in der wolkigen, undurchsichtigen Substanz eingebettet nicht im durchfallenden, sondern nur im auffallenden Lichte erkennbar ist.

Der Schliff eines etwas dunkleren Bauxits vom rothen Hang bietet das Bild des vorhergehenden, nur daß hier die Feldspathformen im Innern häufig von einer undurchsichtigen, bräunlichen Substanz erfüllt sind, während ihre Ränder sich noch völlig weiß und durchscheinend erhalten haben. Diese bräunliche Erfüllung der Plagioklase bedeutet die erste Zwischenstufe von Bauxit und Basalteisenstein.

In einem dritten Dünnschliff finden sich bei sonst gleichem Bild einzelne weisse bis farblose Krystallanhäufungen, die ziemlich stark auf das polarisirte Licht wirken und namentlich oft die Ränder von kleinen Hohlräumen dicht überziehen. Das optische Verhalten erinnert sehr an das der umgewandelten Plagioklase und macht den Eindruck der gleichen Substanz, die unter günstigeren Bedingungen krystallisirt ist, so daß die einzelnen Individuen mehr zur Geltung kommen konnten. Diese krystallinischen Ausfüllungen stimmen in ihrem Verhalten überein mit den Krystallen, die in größeren Hohlräumen vieler Bauxite schon unter der Lupe hervortreten, und deren Untersuchung unten angefügt ist.

Die Dünnschliffe von Basalteisensteinen im rothen Hang, die sich wegen der größeren Festigkeit leichter herstellen lassen, zeigen ebenfalls in verschiedenem Grade anamesitische Structur.

Der Schliff eines Basalteisensteins von schwärzlicher Farbe, der von außen anamesitische Structur nicht mehr erkennen läßt, zeigt im dunkeln, undurchsichtigen Grunde gut charakterisirte umgewandelte Olivine, durchsichtig, rothgelb, gerade auslöschend, zerklüftet.

Bei dem Schliff einer Verwachsungsstelle von Basalteisenstein mit dunkeltem Bauxit, sind im ersteren wie bei dem vorher beschriebenen nur die Olivine erkennbar. Der Uebergang in Bauxit ist unregelmäßig, aber scharf abgesetzt. Der Bauxit zeigt das obenbeschriebene Bild einer dunkleren Varietät.

Ein Basalteisenstein von röthlichbrauner Farbe, der anamesitische Structur im Bruch schon ziemlich deutlich erkennen läßt, zeigt im Schliff milchweisse, schwach durchscheinende, umgewandelte automorphe Plagioklase in großer Zahl, welche sich scharf von dem dunkeln Untergrunde abheben.

Der Schliff eines Eisensteins, der dem Bauxit schon ziemlich nahe steht, läßt neben reichlichen, gut durchscheinenden, umgewandelten automorphen Plagioklasleisten die Leisten und Platten von Titaneisen ziemlich deutlich erkennen (vergl. Fig. 2 der Photogr.)

Der Uebergang von Bauxit und Basalteisenstein in einander läßt sich stufenweise im Dünnschliff erkennen. Zuerst wird die ausfüllende Substanz zwischen den Plagioklasen völlig undurchsichtig, dann füllen sich allmählich die Plagioklase dunkel aus, während der Olivin fast stets noch zu erkennen ist.

Verschiedene Knollen des dunkleren, auf der Höhe zerstreuten Anamesits geben im Dünnschliff kein gut mit dem Bauxit übereinstimmendes Bild. Structurverwandt mit Bauxit ist der nahe beim Bahnwärterhaus Nr. 9 in einem kleinen alten Bruch an der Strafe Garbenteich-Dorfgrill anstehende frische Anamesit. Dieser Anamesit, der unter der Ackererde in einen grusigen grauen Thon zerfallen ist durch Verwitterung unter schaliger Absonderung, die hier deutlich hervortritt, steht hart an den mit Bauxit übersäten Aeckern an.

Nur in seinem unmittelbar bedeckenden Verwitterungsproduct, sowie in der Ackererde in nächster Nähe des Bruches ist kein Bauxit vorhanden. Die Structur dieses Anamesits erweist sich unter dem Mikroskop im Dünnschliff als etwas gröber wie die des Bauxits, jedoch im Uebrigen gleichgeartet.

Sehr nahe verwandt in der Structur ist dem Bauxit dieser Gegend der Anamesit des „hohen Stein“. Die Bröckchen Bauxit, welche am Fusse des hohen Stein im grusigen Verwitterungsproduct des Anamesits vorkommen, haben genau dieselbe Structur wie dieser. Die Gröfse und Anzahl der umgewandelten Plagioklase entspricht vollkommen den Feldspathen des Anamesit, Titaneisen findet sich unverändert, Augit völlig umgewandelt jedoch gleichartig die Zwischenräume ausfüllend im Bauxit wieder.

Auch die Bauxite im Thone des rothen Hang und auf der Höhe des Hangs stehen diesem Gesteine so nahe, das man vermuthen kann, der Bauxit des rothen Hangs sei in Gemeinschaft mit dem rothen Thone das Verwitterungsproduct einer Decke von Anamesit, welche sich vom hohen Stein aus stromartig über die Höhe südöstlich von Garbenteich ausgebreitet habe.

2. Der Thon aus der Grube am Schäferling bei Lich.

Die Thongrube am Schäferling, einer Anhöhe vielleicht 10 Min. östlich vom Licher Bahnhofe gelegen, geht bis zu einer Tiefe von ungefähr 3 m. In der oberen Hälfte zeigt sie einen braunen Thon mit unregelmäßig vertheilt eingelagerten Bauxiten, Basalteisensteinen und hellen Basaltbrocken. Darunter liegt ein bunter Thon, der aus dünnen leicht gewellt erscheinenden, nicht scharf begrenzten Lagen von abwechselnd roth- bis gelbbrauner Farbe besteht. In diesem bunten Thone tritt der Bauxit in einer dünnen, horizontalen Lage kleiner dicht aufeinander gepackter Knollen neben solchen von Basalteisenstein zwischen bräunlichem Thon auf. Hornsteinknollen habe ich keine gefunden, dagegen desto mehr Basalteisenstein.

Durch die lagenartigen Farbenwechsel des unteren Thones, sowie durch die Art des Bauxitvorkommens darin wird der Eindruck hervorgerufen, als verdanke derselbe seinen Ursprung eher einer Ablagerung durch Wasser wie der Verwitterung eines Gesteines auf der Lagerstätte. Der braune Thon zeigte dagegen äußerlich keine offenbaren Merkmale einer Anschwemmung, wengleich ja der Charakter des unteren, bunten Thones den des aufgelagerten braunen unzweifelhaft bestimmt.

Der braune Thon, der den bunten Thon überlagert, bildet den Gegenstand der folgenden Untersuchung.

Der Thon wurde in derselben Weise wie der vom rothen Hang behandelt. Die individualisirten Theile bestanden im Gegensatz zu denjenigen des vorgehenden Thones aus Magnet-eisen statt Titaneisen, während keine Krystalltheile von den Formen des Olivin vorhanden waren. An diese erinnerten nur einzelne amorphe, gelbrothe Theilchen von unscharfer Begrenzung. Das leichtere als vom spec. Gewicht 3,0, also die große Masse des größten durch Schlemmen erhaltenen Materials zeigte unter dem Mikroskop lebhaft anisotrope farblose Theilchen in großer Menge, die einen sehr wesentlichen Theil des Thones ausmachen.

Durch eine Jodquecksilber-Jodkaliumlösung vom spec. Gewicht 2,56, die ich, während der zu trennende Rückstand der Lösung in Salzsäure obenaufschwamm, aus einer wenig schwereren Lösung durch allmähliches Zutropfen von Wasser herstellte, konnte ich einen großen Theil dieser farblosen Krystalltheile isoliren. Eine ebensolche Isolirung gewährte die weitere Behandlung des Rückstands des Thonpulvers in Salzsäure oder besser Schwefelsäure mit Kalilauge, welche die amorphe Kieselsäure entfernte. Auf diese letzte Art gewann ich eine größere, fast vollständig reine Menge der zu untersuchenden Theilchen. Die chemische Analyse derselben ergab 97,12 Proc. Kieselsäure. Der Thon ist also durch feine Quarztheile verunreinigt, wodurch der hohe Gehalt an Kieselsäure erklärlich wird.

Der Thon hat folgende chemische Zusammensetzung :

	Quarz	22,50
	SiO ₂	28,02
	Al ₂ O ₃	20,62
	Fe ₂ O ₃	15,84
	CaO	0,70
	MgO	0,47
	Na ₂ O	0,29
	K ₂ O	0,30
(bis 100°)	H ₂ O	4,31
(über 100°)	H ₂ O	8,28
		101,13.

Thonerde- und Wassergehalt sind sehr viel geringer als bei dem Thone vom rothen Hang. Dem Bauxit steht der Thon chemisch nicht nahe. Der Gehalt an Quarztheilen bekräftigt nur die Vermuthung, die sich einem bei der Betrachtung der Lagerungsverhältnisse aufdrängt, nämlich, daß der Thon nicht ein Verwitterungsproduct basaltischen Gesteines auf der ursprünglichen Lagerstätte bedeutet, sondern durch Wasserablagerungen entstanden ist, wofür auch seine Lage in der Thalebene der Wetter nahe an diesem Bache spricht.

Der Bauxit vom Schäferling besitzt im Dünnschliff ein grob anamesitisches Gepräge. Große, völlig umgewandelte Feldspathleisten, wenn durchsichtig vollständig isotrop, jedoch meist fast ganz erfüllt von undurchsichtig brauner Substanz, sind auch hier vorwaltend. Hellgelbliche, formlose Masse dazwischen wirkt schwach auf das polarisirte Licht, eine untergeordnete, formlose, weiße Masse zeigt Aggregatpolarisation. Vereinzelt finden sich kleine und größere Olivine, die das gleiche Verhalten, wie die des Bauxits und Thons vom rothen Hang zeigen. Häufig sind große Leisten und Platten von Titaneisen, während kein Magneteisen zu erkennen ist, an welchem der Thon reicher ist als an Titaneisen. Die Wände der Hohlräume sind oft von einer dünnen Schicht mikrokristallinischer Substanz überzogen.

Die chemische Zusammensetzung dieses Bauxits weicht kaum von der des Bauxits vom rothen Hang ab. Sie ist die folgende :

	SiO ₂	2,78
	Al ₂ O ₃	50,52
	Fe ₂ O ₃	13,99
	CaO	1,66
	MgO	Spur
	TiO ₂	3,08
(bis 100°)	H ₂ O	1,37
(über 100°)	H ₂ O	25,75
		99,15.

Die hellgrauen feinporösen Basaltknollen im braunen Thon der Grube am Schäferling geben im Dünnschliff ein ganz anderes Bild als der Bauxit von dort : Wenige kleine farblose Plagioklasleisten neben kleinem, meist automorphem, bräunlichem Augit, gut ausgebildetem Olivin und kleinem Magnet Eisen in farblos isotroper Grundmasse. Das Gestein hat mit dem Bauxit nichts gemein, zu dem Thone kann es vielleicht das Hauptmaterial geliefert haben, zumal das Magnet Eisen des Thones auch in der Gröfse mit dem des Basaltes übereinstimmt.

Thon und Bauxit sind nicht aus Einem Muttergestein entstanden. Die großen Titaneisenplatten, welche im Bauxit vorhanden sind, müfsten sich im Thone wiederfinden, in dem statt dessen Magnet Eisen unverändert erhalten blieb.

Die Grube am Schäferling ist für eine Erklärung der Entstehung des Bauxits von viel geringerem Interesse als das Vorkommen des rothen Hang, wo offenbar Alles sich noch in seiner ursprünglichen Lagerung findet.

3. Thon vom Einschnitt der Bahn Laubach-Hungen im Walde südwestlich von Villingen.

Geht man von Hungen aus die neue Bahn Hungen-Laubach entlang nach Villingen zu, so gelangt man etwa 1 Kilometer vor dem Ausgange des Waldes bei Villingen an einen Einschnitt der Bahn, dessen Gehänge aus einem braunen Thon gebildet werden. Derselbe birgt Knollen von braunrother Farbe, die nur Nufsgröfse etwa besitzen und sich durch leichte Zerreiblichkeit und Lockerkeit auszeichnen. Die Knollen

sind feinporös und zuweilen durch unregelmäßig geformte, dünne Lagen von dunkeltem Eisenstein durchsetzt.

Bei der mechanischen Trennung des Thones erhielt ich ein ähnliches Resultat, wie bei dem Thone vom Schäferling bei Lich. Magneteisen und wenig gelbroth Anisotropes von scheinbar gerader Auslöschung aber nicht bestimmbarren Formen bildeten die individualisirten Theile des größten Schlemmproducts. Auch einzelne formlose, farblose Krystalltheilchen, wahrscheinlich Rückstände von Feldspath waren zu erkennen.

Die chemische Zusammensetzung des Thones ist die folgende :

	SiO ₂	33,85
	Al ₂ O ₃	26,34
	Fe ₂ O ₃	23,94
	CaO	0,27
	MgO	0,29
	K ₂ O	Spur
	Na ₂ O	0,15
(bis 100°)	H ₂ O	2,18
(über 100°)	H ₂ O	13,51
		<hr/> 100,53.

Die chemische Analyse der eingelagerten Knollen hatte folgendes Resultat :

	SiO ₂	25,98
	Al ₂ O ₃	29,38
	Fe ₂ O ₃	28,72
	TiO ₂	4,20
	CaO } MgO }	Spuren
(bis 100°)	H ₂ O	nicht bestimmt
(über 100°)	H ₂ O	12,00
		<hr/> 100,28.

Die Zusammensetzung des Thones ist nicht derart, daß man annehmen kann, ein größerer Theil der Thonerde sei als Hydrat darin enthalten. In den Knollen müssen mindestens gegen 5 Proc. Thonerde als Hydrat enthalten sein,

aufserdem ist das Eisenoxyd in den Knollen etwas angereichert, so daß dieselben als Concretionsbildungen erscheinen, die durch geringe Anreicherung von Thonerde und Eisenoxyd in dem Thone entstanden sind. Als Bauxit oder Basalteinstein lassen sich die Knollen nicht bezeichnen, dazu ist zu viel Kieselsäure darin enthalten, die wohl auch die dem Bauxit oder gar dem Basalteinstein nicht eigenthümliche Lockerkeit verursacht. Die Knollen stehen dem Thon näher als dem Bauxit. Sie ließen keinen Dünnschliff zu. Es war daher nur eine Untersuchung des Pulvers möglich. Diese letztere ließ Olivintheile und schwarze kleine Magneteisen-theile erkennen. Die übrige Masse erschien formlos undurchsichtig bis auf wenige helle Theile, welche an die Krystalltheile im Bauxit des rothen Hangs erinnerten.

Man kann die Knollen als eine Uebergangsform von Thon in Bauxit auffassen. Ihre Form und Lockerkeit wie auch die Art der Einlagerung bürgen dafür, daß die Knollen sich in dem Thone an Ort und Stelle gebildet haben. Sie repräsentiren die einzige Uebergangsform, welche darauf hindeutet, daß der Bauxit nicht durch directen Verwitterungsproceß eines Gesteines sich gebildet, sondern als eine concretionäre Bildung in dem durch die Verwitterung des Gesteines gebildeten Thon aufzufassen ist, also nicht ein einheitlicher Proceß, sondern mehrere auf einander folgende, ganz verschiedene Processe den Bauxit bildeten.

4. Der Thon vom Bahnhof Villingen.

Der Thon vom Bahnhof Villingen von röthlicher Farbe umschließt Lagen von dichtem, röthlichschwarzem Eisenstein, ohne jedoch gleichzeitig Bauxit zu führen. Der Ort ist eine knappe Viertelstunde von dem Einschnitt der Bahn im Walde, der Lagerstätte des vorher beschriebenen Thones, entfernt. Die Felder um den Bahnhof sind in frisch umgeackertem Zustande alle eigenthümlich roth gefärbt. Der Eisenstein tritt in regelmäßigen Lagen auf, so daß keine Zweifel über seine Entstehung an seinem jetzigen Lagerplatz in dem Thone obwaltend sein können.

Der Thon wurde auf die angegebene Art auf Mineraltheile geprüft. Das Resultat dieser mechanischen Analyse wich insofern von dem der Untersuchung des vorgehenden Thones ab, als neben Magneteisen auch umgewandelter Olivin in reichlicherer Menge gefunden wurde. Letzterer war jedoch auch hier selten scharf begrenzt und kennzeichnete sich meist nur durch Farbe und Auslöschung. Die vermeintlichen Feldspaththeilchen waren auch hier in äußerst geringer Menge vorhanden.

Die chemische Zusammensetzung des Thones weicht nicht wesentlich von der des vorhergehenden ab. Dieselbe ist folgende :

	SiO ₂	30,85
	Al ₂ O ₃	24,28
	Fe ₂ O ₃	21,50
	CaO	0,45
	MgO	0,45
	K ₂ O	0,09
	Na ₂ O	0,10
(bis 100°)	H ₂ O	10,42
(über 100°)	H ₂ O	11,84
		99,98.

Auch hier läßt sich nicht annehmen, daß wie in dem Thone des rothen Hang Thonerde als Hydrat in größeren Mengen enthalten sei.

Der eingelagerte Eisenstein hat die folgende Zusammensetzung :

	SiO ₂	9,11
	Al ₂ O ₃	11,00
	Fe ₂ O ₃	66,19
	CaO } MgO }	Spuren
(bis 100°)	H ₂ O	
(über 100°)	H ₂ O	12,55
		101,05.

Der Gehalt an TiO₂ wurde nicht bestimmt.

Der Eisenstein erscheint mit seinen 11 Proc. Thonerde gegen 9 Proc. Kieselsäure als bauxitverwandte Bildung ähnlich dem Basalteisensteine des rothen Hangs bei Garbenteich. Zu seiner Bildung muß neben Eisenoxydhydrat auch Thonerdehydrat in Lösung zugeführt worden sein.

Der Dünnschliff des Eisensteins liefs in dunklem Grunde röthliche, unbestimmbare Theile durchschimmern, die an den Olivin im Basalteisenstein des rothen Hang erinnerten.

Der Wassergehalt des Eisensteins läfst darauf schliesen, daß derselbe zum Theil aus dichtem Göthit besteht, was mit der röthlichen Farbe des Gesteins gut in Einklang zu bringen ist.

5. Der Thon aus der Grube am Firnewald nahe der Strasse Annerod-Steinbach.

Diese Thongrube liegt ähnlich dem rothen Hang bei Garbenteich recht mitten im Bauxitgebiet. Von der „Platte“ an, einer Basaltkuppe dicht bei dem Dorfe Annerod, nach Osten zu auf beiden Seiten der Strafe Annerod-Steinbach liegt der Bauxit massenweise auf den Feldern herum. Auf der „Platte“ selbst, dem bekannten Fundorte der Zeolithe von Annerod, von welcher der Blick über die Giefsener Wälder nach den Basaltkuppen westlich von Giefsen und den Ausläufern des Westerwaldes hinüberschweift, findet sich keine Spur von Bauxit. An dem Ostrande der „Platte“ tritt der Bauxit massenweise auf.

Die Thongrube am Firnewald liegt am südlichen Rande des Firnewaldes nahe der Strafe Annerod-Steinbach. Südwestlich von der Grube steigt das Gelände empor zu den Höhen westlich von Steinbach, den Lindenbergen, bei welchen sich große Anamesitbrüche befinden. Auch auf diesen Höhen liegt Bauxit. In dem Grus, der in den Anamesitbrüchen über dem Gestein gelagert ist, findet sich der Bauxit vereinzelt neben zahllosen Gesteinsbrocken, ohne daß auch nur an irgend einer Stelle ein Uebergang des Anamesits in Bauxit zu beobachten wäre.

Der Thon in der Grube am Firnewald besteht aus un-

regelmäßigen Lagen von bräunlichrothem und hellgraulichem Thon, welcher einzelne Bauxitknollen bis zu der aufgeschlossenen Tiefe von ungefähr 3 Meter und hier und da, wenn auch sehr selten, fast unverwitterte Knollen eines hellgrauen Basaltes enthält. Der Bauxit findet sich in großer Menge in den obersten rothen Thonlagen. Die Basaltknollen im Thon sind alle Einem Gesteine angehörig. Der Bauxit, von den verschiedensten Farben zwischen grau und rothbraun ebenso wie der des rothen Hangs bei Garbenteich ist etwas weniger fest als dieser und besitzt keine Krystallausscheidungen in den Hohlräumen. Aufser dem Bauxit finden sich merkwürdigerweise abgerundete bis ungefähr eigroße Stücke eines dichten weissen bis gelb gefärbten Quarzes. Auch brauner Basalteisenstein, dünn lagenartig, jedoch unregelmäßig eingelagert ist in einzelnen Stücken im Thon enthalten.

Eine bunte Thonlage, etwa 1 m unter der Ackererde, wurde der mechanischen Analyse in bekannter Weise unterworfen. Die Ausbeute an individualisirten Theilen war hier bei weitem die reichlichste, und zwar bestanden diese aus Titaneisen und umgewandeltem Olivin. Der Olivin stimmte sowohl in Bezug auf Formen, deren Winkel auch hier häufig meßbar waren, als auch auf Farbe, optisches Verhalten mit dem Olivin im Thone und Bauxit des rothen Hangs überein, nur waren die Mengen hier viel bedeutender. Es gelang durch Schlemmen in der Porzellanschale unter Zuhilfenahme eines feinen Haarpinsels die Olivintheilchen einigermaßen, das Titaneisen vollkommen rein zu erhalten, und zwar beide so reichlich, daß ich dieselben der quantitativen chemischen Analyse unterwerfen konnte.

Die Analyse der Olivintheile ergab folgendes Resultat :

		25,15 Titaneisen
	Fe ₂ O ₃	52,05
	Al ₂ O ₃	10,84
	MgO	0,45
	CaO	0,30
	SiO ₂	0,78
(über 100°)	H ₂ O	12,24
		<hr/> 101,81.

Berechnet man nach Abzug des Titaneisens auf 100 Proc., so erhält man als Zusammensetzung des umgewandelten Olivins :

Fe ₂ O ₃	67,90
Al ₂ O ₃	14,10
CaO	0,40
MgO	0,59
SiO ₂	1,01
H ₂ O	16,00
	<hr/>
	100,00.

Seltsam erscheint der Gehalt an über 14 Proc. Thonerde. Da der Olivin ursprünglich keine oder fast keine Thonerde enthält, so muß diese eingewandert, also bei der Umbildung des Olivins in Lösung gewesen sein und zwar als Hydrat und nicht als Silikat, da ja nur 1 Proc. Kieselsäure noch vorhanden ist. Ebenso muß Eisenoxydhydrat in ziemlichen Mengen eingewandert sein, wahrscheinlich von der Formel Fe₂O₃.H₂O, der des Göthits, eine Umwandlung, die jedenfalls auf eine merkwürdige Verwitterungsart zurückzuführen ist.

Das Titaneisen, welches von dem Magneten schwach angezogen wird, scheint keine Veränderung in seiner Zusammensetzung erlitten zu haben. Die Analyse ergab :

TiO ₂	52,63
FeO	47,15
	<hr/>
	99,78.

Das Eisen wurde als Eisenoxyd bestimmt, die erhaltenen 52,39 Proc. Oxyd auf Oxydul umgerechnet. Der Titansäuregehalt stimmt zufällig genau auf die Formel FeO.TiO₂, deren Berechnung nach Rammelsberg ergibt :

TiO ₂	52,63
FeO	47,37
	<hr/>
	100,00.

Es wäre interessant, das Titaneisen der anamesitischen Gesteine des Vogelsberges auf eine ebensolche Zusammensetzung zu prüfen. Bis jetzt dürfte kaum ein Titaneisen

analysirt worden sein, was so genau der Formel FeTiO_3 entspricht.

Ungefähr gleich nahe steht dieser Formel ein von O. Hesse (Programm der Gewerbeschule zu Chemnitz. Ostern 1856. Abhandlung von A. Knop: Die Chloritschiefer von Harthau) analysirtes blättriges Titaneisen mit :

TiO_2	52,52	
FeO	47,48	(aus der Differenz berechn.)
	100,00.	

Die Analyse des Thones aus der Grube am Firnewald hatte folgendes Resultat :

	SiO_2	33,93
	Al_2O_3	25,15
	Fe_2O_3	24,55
	CaO	0,93
	MgO	0,25
(bis 100°)	H_2O	3,67
(über 100°)	H_2O	12,14
	Na_2O }	Spuren
	K_2O }	
		100,62.

Der Thon ist chemisch darnach kaum verschieden von den Thonen des Waldes bei Villingen und des Bahnhofs Villingen. Es scheint dies die gewöhnliche Zusammensetzung solcher bauxitführenden Basalthone zu sein.

Der Bauxit dieses Vorkommens giebt im Schriff kein besonders scharfes Bild. Lange umgewandelte Plagioklasleisten sind an manchen Stellen als Vorwaltendes zu erkennen. Umgewandelter Olivin ist gut charakterisirt vorhanden, Titaneisen nicht eben reichlich. Gelbliche bis braune wolkige Substanz füllt aus. Häufig ist weißer isotroper Untergrund ohne Formen. Ueberall verbreitet sind schwarze meist haufenartig angesammelte Pünktchen und Streifchen, die wahrscheinlich von zerfallenem Titaneisen herrühren. Zwischen gekreuzten Nikols verhalten sich die umgewandelten Plagioklasse vollständig isotrop.

Eine gänzlich andere Structur zeigen die eingelagerten Knollen von Basalt, die alle Einem Gesteine angehören, das jedoch unmöglich das Muttergestein dieses Bauxits sein kann. Farblose, isotrope Grundmasse ist hier vorwaltend, dazwischen liegen wenige kleine Feldspathleisten, sowie gröfsere und kleinere meist automorphe Augite neben grossem, scharf ausgebildetem Olivin. Ausserdem erscheint das Bild wie übersät von kleinem Magneteisen. Das Gestein ist ein richtiger Basalt, während der Bauxit die Structur und Zusammensetzung eines Anamesits besafs.

Dafs auch der Thon aus einem basaltischen Gesteine, und zwar aus einem Anamesit entstanden ist, darüber lassen die Mengen von Titaneisen und Olivin keinen Zweifel, die Basaltknollen und die Quarzstücke müssen auf irgend eine Art zugeführt sein. Bauxit und Thon sind aus demselben Gesteine entstanden, einem grobkörnigen Anamesit.

Die chemische Zusammensetzung eines hellen Bauxits aus der Grube am Firnewald ist die folgende :

	SiO ₂	4,92
	Al ₂ O ₃	53,10
	Fe ₂ O ₃	10,62
	TiO ₂	2,80
	CaO	0,62
	MgO } P ₂ O ₅ }	Spuren
(bis 100°)	H ₂ O	
(über 100°)	H ₂ O	26,34
		99,86.

Der Bauxit zeichnet sich neben seinem geringen Eisen- gehalt durch einen etwas höheren Kieselsäuregehalt aus, als ihn die Bauxite vom rothen Hang und aus der Grube am Schäferling bei Lich aufweisen. Im Wesentlichen ist es der- selbe Bauxit.

Petrographische Untersuchungen einiger neben einander vorkommenden Bauxite und Anamesite.

An vielen Orten finden sich Bauxite in Begleitung von Knollen unverwitterten Anamesits, der im Dünnschliff das gleiche Structurbild wie der neben ihm vorkommende Bauxit zeigt.

Die Photographien der Dünnschliffe von einigen Bauxiten und der in diesem Sinne zugehörigen Gesteine sind am Schlusse der Arbeit neben einander gestellt.

Fig. 3 und 4 zeigen die Structurbilder von Bauxit und Anamesit, die an dem Feldweg von Annerod nach der Ganseburg, da wo der Weg in den Firnewald einmündet, einige hundert Meter im Walde neben einander vorkommen.

Ein kleiner, anscheinend noch nicht alter, verlassener Anamesitbruch steht nördlich am Wege an. Ueber dem Anamesit liegt eine dünne Verwitterungsschicht, ein dunkler Grus von etwa Fufshöhe. Darin findet sich jedoch noch kein Bauxit. Auf beiden Seiten des nur einige Meter breit anstehenden Anamesits steht in knapp metertiefem Graben am Wege ein röthlichbrauner Thon an, welcher in der nächsten Umgebung des Anamesits keine Spur von Bauxit führt, dagegen in einiger Entfernung anfängt, Bauxitknollen in großer Zahl einzuschließen. Ueberall führt dieser Thon daneben noch Knollen halbverwitterten Gesteins, die jedoch nirgends wahrnehmbar in Bauxit überzugehen im Begriffe sind.

Der Dünnschliff dieser Anamesits (Fig. 3) zeigt neben vorwaltenden großen farblosen Plagioklasleisten untergeordnet xenomorphen Augit, der fast farblos bis schwach braun von Farbe ist, daneben nicht reichlich farblosen, stark zerklüfteten Olivin und in großer Menge Platten von Titaneisen.

Das gleiche Bild in Bezug auf Gröfse und Form der Mineraltheile giebt der Dünnschliff des Bauxits (Fig. 4). Die Plagioklasleisten sind hier zuweilen mit gelblicher Substanz erfüllt und zeigen bei gekreuzten Nikols Aggregatpolarisation. Der Augit ist in gelbliche bis dunkelbraune Substanz umgewandelt, der Olivin ist meist mit dunkler

Masse erfüllt, sonst wie in den anderen Bauxiten, während das Titaneisen unverändert vorhanden ist.

Eine ebensolche Uebereinstimmung zeigen Bauxit und Anamesit, die auf der Höhe westlich von Lich, zwischen diesem und dem Albacher Hof, in großer Menge auf den Feldern liegen.

Ein ziemlich feinkörniger, hellgrauer, kleinporiger Anamesit liegt dort in Knollen verschiedener Größe neben mittelgroßen Bauxit- und Basalteisensteinknollen.

Der Dünnschliff des Anamesits (Fig. 5) zeigt als Vorwaltetendes kleine, automorphe Plagioklase; xenomorpher Augit, hellbräunlich, füllt den Raum zwischen den Plagioklasen aus neben vereinzelt, größeren, häufig von brauner Substanz erfüllten Olivinkristallen und den Leisten und Platten von Titaneisen.

Der Bauxitschliff (Fig. 6) zeigt die gleichen, kleinen Plagioklase in umgewandeltem Zustande, der namentlich durch das in bekannter Weise veränderte optische Verhalten, die Aggregatpolarisation, gekennzeichnet ist. Sehr häufig sind auch hier die Plagioklase dunkel erfüllt, während jedoch ihre Ränder noch durchscheinend weiß erhalten sind. Die Erscheinung ist auf der Photographie an einigen Stellen recht deutlich zu erkennen. Die Olivine zeigen auch hier das bekannte Verhalten der Metamorphose von Eisenoxydhydrat, bei erhaltener Form und Pellucidität rothgelbe Farbe und gerade Auslöschung. Das Titaneisen scheint auch hier unverändert.

Die Krystalle im Bauxit.

Die Krystalle in den Drusenräumen der Bauxite sind an allen Orten gleicher Art. Die größten Individuen besitzen eine Länge von ungefähr 0,1 mm. Sie sitzen oft nicht direct auf dem Bauxit, sondern auf einer mikrokristallinischen weissen, manchmal gelb oder braun gefärbten Substanz, die dünn schalenartig die Wände der Hohlräume bekleidet.

Zuweilen ist diese Schale nicht mehr fest mit dem Bauxit

verbunden, sondern losgelöst, so dass einem beim Zerschlagen des Bauxits ihre Stücke in die Hand fallen. Wegen ihrer ungemeynen Kleinheit sind größere Mengen der Krystalle unendlich schwer in reinem Zustande zu erhalten und ich würde mich vielleicht auf die krystallographische Untersuchung beschränkt haben, hätte ich nicht in einigen Bauxiten des rothen Hangs, wie schon bei der Beschreibung dieses Vorkommens hervorgehoben ist, reichlichere krystallinische Ausscheidungen gefunden. Die Hohlräume waren hier oft ganz von lose zusammenhängender krystallinischer Substanz erfüllt, und so wurde es mir, wenn auch nicht ohne Mühe, möglich, die Substanz rein zu erhalten in einer Menge, die chemische Analysen gestattete. Zwei gut übereinstimmende Analysen dieser Krystalle ergaben folgende Resultate :

	I.	
	Al_2O_3	64,10
	Fe_2O_3	1,70
(über 100°)	H_2O	34,20
		100,00.
	II.	
	Al_2O_3	64,32
	Fe_2O_3	1,20
(über 100°)	H_2O	34,48
		100,00.

Die Analyse wurde in folgender Weise ausgeführt. Zunächst wurde nach dem Aufschluß mit KHSO_4 qualitativ untersucht, wobei die gänzliche Abwesenheit von CaO , MgO , P_2O_5 , SiO_2 , TiO_2 festgestellt wurde. Nachdem ich so erfahren hatte, daß nur Thonerde und Eisenoxyd neben Wasser vorhanden waren, bestimmte ich zunächst nur den Glühverlust und nach dem Aufschluß mit KHSO_4 das Eisenoxyd durch Fällen mit $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, indem ich die Thonerde mit Weinsäure in Lösung hielt. Die Differenz zu 100 Proc. ergibt die Thonerde. Bei längerem Erwärmen auf etwas über 100° ging auch keine Spur von Wasser weg.

Das Mineral besteht demnach aus dreifach gewässerter Thonerde. Der geringe Eisengehalt macht sich bei vielen

Krystalldrusen schon äußerlich durch eine gelbliche Färbung bemerkbar.

Bei der ersten Analyse ist die Berechnung folgende :

64,10 Proc. Al_2O_3	33,88 Proc. H_2O	= 97,98 Proc. $\text{Al}_2(\text{OH})_6$.
	Fe_2O_3	1,70
	H_2O	0,32
		100,00.

Die zweite Analyse berechnet sich auf die gleiche Formel in folgender Weise :

64,32 Proc. Al_2O_3	34 Proc. H_2O	= 98,32 Proc. $\text{Al}_2(\text{OH})_6$.
	Fe_2O_3	1,20
	H_2O	0,48
		100,00.

Das Resultat dieser Untersuchungen, wohl nicht ohne Wichtigkeit für die Erklärung der Entstehung des Bauxits, beweist, daß bei der Bildung des Bauxites Thonerde in Lösung gewesen ist, die sich krystallisiert in den Hohlräumen abgeschieden hat.

Es handelte sich nun weiter darum, festzustellen, ob das Mineral krystallographisch mit dem Hydrargillit übereinstimmt.

Vor dem Löthrohr verhält es sich wie Hydrargillit, es leuchtet stark ohne sich jedoch zu verändern; die Kanten treten nach intensivem Glühen unverändert scharf hervor. Mit Cobaltsolution färbt es sich schön blau. Nach einer Fläche scheint es sich gut zu spalten und zwar nach derjenigen Fläche, nach welcher es plattenförmig ausgebildet ist.

Die Umrise der Krystallplatten sind fast hexagonale, ähnlich hexagonalen Tafeln von $OP \cdot \infty P$. Die Winkel betragen auf dem Objecttisch gemessen, nahezu 120° . Genauere Messungen konnten mit den mikroskopischen Krystallen natürlich nicht veranstaltet werden. Zwischen gekreuzten Nikols löscht es parallel einer Kante aus.

Das Mineral ist hiernach Hydrargillit. Seine Formen sind die gewöhnlichen dieses Minerals $OP \cdot \infty P \cdot \infty P \cdot \infty$.

Hydrargillit.

Der Hydrargillit, früher auch Gibbsit genannt, besteht aus dreifachgewässelter Thonerde $\text{Al}_2(\text{OH})_6$. Früher nahm man an, daß diese Verbindung sowohl hexagonal als monoklin krystallisirt in der Natur vorkäme, später stellte sich jedoch heraus, daß alle Vorkommen dem letzteren System angehören. Der Hydrargillit findet sich nicht nur krystallisirt, sondern auch in derben Massen.

So berichtet E. Jannetaz (Bull. de la Soc. de minéralogique de France, 1878. Juli, S. 70—71) über ein Vorkommen des Hydrargillits in derben zum Theil oolithischen, erdigen Massen von weißer bis rother Farbe, welche aus den Alluvionen der kleinen Bai Boulanger bei Cayenne stammen und zur Ausstellung nach Paris gelangten. Dieselben gaben bei der Analyse dreier Proben von verschiedenem Aussehen :

	I.	II.	III.
H_2O	33,5	29,2	19,65
Al_2O_3	64,4	63,3	12,11
Fe_2O_3	1,5	7,5	67,08
MgO	1,0	—	—
	<hr/> 100,4	<hr/> 100,00	<hr/> 98,84.

Es liegt also hier ein Hydrargillit vor, der ebenso wie der Bauxit vom Vogelsberge durch mehr oder weniger Eisenoxydhydrat verunreinigt ist, nur daß hier der Eisengehalt, wie bei der Analyse Nr. 1, fast verschwindet, während er bei dem Bauxit des Vogelsberges im Minimum gegen 10 Proc. beträgt. Die an dritter Stelle angegebene Analyse mit 67,08 Proc. Eisenoxyd entspricht meinen Analysen der Basalteisensteine im Thone des rothen Hang bei Garbenteich sowie im Thone bei dem Bahnhof Villingen, deren wesentliche Bestandtheile zur besseren Vergleichung hier wiedergegeben seien.

	I.	II.
Al_2O_3	14,40	11,00
Fe_2O_3	59,48	66,19
H_2O	16,36	14,75
SiO_2	8,60	9,11

Allerdings redet hier die Kieselsäure noch ein Wort mit, was auch im Wassergehalt hervortritt, doch ist die Aehnlichkeit der Verhältnisse von Bauxit zu Basalteisenstein und dem weissen und rothen als Hydrargillit bezeichneten Material von Cayenne unverkennbar.

Auch sonst scheint der Hydrargillit häufig mit Brauneisenstein gepaart vorzukommen. So bildet der Hydrargillit von Chester-Country nach R. Hermann (Journal für practische Chemie 1869) stalaktitische Ueberzüge auf Brauneisenstein, der von Villa ricca in Brasilien haselnufsgroße Kugeln, welche durch Brauneisenstein verkittet sind.

Die allgemeine Art des Vorkommens von Hydrargillit ist übrigens recht verschiedenartig.

Kobell untersuchte einen Hydrargillit aus Brasilien (Jahresbericht, Liebig und Kopp III. 707), welcher krustenartige Ueberzüge auf zersetztem Glimmerschiefer bildet.

Nach R. Schubert (Neues Jahrbuch für Mineralogie 1882. II. R 194) findet sich Hydrargillit auf Kluffflächen des Granatgesteins im Serpentinlager von Jordansmühl.

Nach J. da Costa Sena (Groth. Zeitschrift für Krystallographie XI. 640) kommen in Ouro Preto, Brasilien, kugelige, nierenförmige, im Innern fasrige weisse Ueberzüge von Hydrargillit vor, und zwar auf Klüften des eisenreichen und thonigen Conglomerates, welches aus der oberflächlichen Zerstörung der Schichten von Itacolumit, Glimmerschiefer und Itabirit entstanden ist.

Diese Vorkommnisse lassen in Verbindung mit dem Hydrargillit im Bauxit des Vogelsberges vermuthen, daß sowohl saure als auch basische Gesteine im Stande sind, Thonerdehydrat zu erzeugen im Laufe einer Verwitterung, die noch nicht genau erforscht ist.

Streng drückte diesen Gedanken schon bei Gelegenheit der 34. Versammlung der deutschen geologischen Gesellschaft, als er über die Verwitterung der basaltischen Gesteine des Vogelsberges und muthmaßliche Bauxitbildung sprach, mit folgenden Worten aus :

„Es ist zu vermuthen, daß auch bei der Verwitterung anderer Gesteine sich Aluminium-Hydroxyd bilden und den

übrigen Verwitterungsproducten beimengen wird. Es ließe sich dadurch auch die Eigenschaft mancher Bodenarten erklären, aus den Lösungen gewisser Salze diese letzteren niederzuschlagen (Absorptionsvermögen der Bodenarten)⁶.

Kurze Zusammenstellung der Resultate.

Durch das Gelingen von Dünnschliffen des Bauxits konnte der Beweis erbracht werden, daß der Bauxit des Vogelsberges, wie schon lange vermuthet wurde, wirklich vollkommen basaltische Structur besitzt, also ein Umwandlungsprodukt basaltischen Gesteines bedeutet. Die der Arbeit angefügten phototypischen Wiedergaben der Bilder, welche die Bauxite verschiedener Fundorte auf der Westseite des Vogelsberges im Dünnschliff liefern, lassen die Structur von Basalten, und zwar speciell anamesitischer Gesteine deutlich erkennen.

Alle Bauxite des Vogelsberges, die ich geschliffen und untersucht habe, zeigen die Structur eines Feldspathbasaltes, der vorwiegend aus automorphem Plagioklas, dann xenomorphem Augit und Titaneisen neben Olivin besteht. Die Plagioklasformen erscheinen im Bauxit meist vollkommen weiß und durchsichtig, selten von gelber bis brauner Substanz im Innern erfüllt und verhalten sich zwischen gekreuzten Nikols entweder vollständig isotrop, oder aber sie zeigen Aggregatpolarisation, d. h. sie erscheinen wie aus vielen kleinen durcheinander gewachsenen Krystallen gebildet, die sich gegenseitig in ihrer Entwicklung gestört haben. Der xenomorphe Augit ist im Bauxit immer von dunkler Masse erfüllt, wird jedoch das Eisenoxydhydrat durch eine schwach salzsaure Zinnchlorürlösung weggenommen, so tritt ein amorph oder krystallinisch weißer Grund hervor, der wohl aus dichtem Hydrargillit besteht. Umgewandelter Olivin ist als einziger Gemengtheil im Bauxit enthalten, der noch in ähnlicher Weise auf das polarisirte Licht wirkt, wie die ursprüngliche Substanz, dabei gewöhnlich durchscheinend und von gelbrother Farbe. Titaneisen ist meist unverändert im Bauxit enthalten, selten zerfallen.

Daß auch ein anderes basaltisches Gestein, als gerade

der Anamesit, Bauxit an manchen Orten dieses Vorkommens gebildet hat, ist wahrscheinlich. Das Gebiet des Bauxits am Vogelsberge ist ein so ausgedehntes, daß ich es für möglich halten muß, nicht mit allen Varietäten dieses Bauxits in Berührung gekommen zu sein. Auf Magneteisen, welches den eigentlichen Basalt des Vogelsberges charakterisirt, habe ich stets den Bauxit, der nicht schon dem bloßen Auge die anamesitische Structur verrieth, geprüft, jedoch immer vergebens. Das Vorkommen der bauxitähnlichen Bildungen in den Thonen des Waldes bei Villingen und des Bahnhofes Villingen, die kein Titaneisen, welches sich stets im Anamesit findet, dagegen reichlich Magneteisen führen, beweisen jedoch, daß auch andere Basaltarten als Anamesite Bauxit zu bilden vermochten.

Der Bauxit vom Vogelsberge ist im wesentlichen zum Theil amorphes z. T. krystallinisches Thonerdehydrat. Die chemische Zusammensetzung ist genau dieselbe beim krystallinischen und amorphen Bauxit. Der amorphe vom Schäferling bei Lich, der aus der Grube am Firnewald stimmen chemisch vollständig mit dem krystallinischen des rothen Hangs bei Garbenteich überein.

Die größeren Krystallindividuen bis zu ungefähr $\frac{1}{10}$ mm Größe, welche in kleinen und größeren Hohlräumen abgeschieden sind, kennzeichnen sich sowohl durch ihre chemische Zusammensetzung, welche durch zwei übereinstimmende Analysen festgestellt wurde, als auch durch ihre Formen und ihre Art der Auslöschung als Hydrargillit. Der Vogelsberger Bauxit ist also z. Th. amorphes Thonerdehydrat z. Th. ein Hydrargillit, der mehr oder weniger durch ein- bis andert-halbfach gewässertes Eisenoxyd, sowie durch etwas Titaneisen und Reste von Silicaten verunreinigt ist. Der Basalteisenstein ist umgekehrt aufzufassen als ein dichter Göthit bis Brauneisenstein, der mit mehr oder weniger derbem Thonerdehydrat etwas größeren Resten von Silicaten als im Bauxit und Rückständen von Titaneisen gemengt ist. Bauxit und Basalteisenstein gehen in einander über, wie auch durch die mikroskopische Untersuchung der Einlagerungen im rothen

Hang bewiesen wurde. Die Plagioklasformen sind in diesem Basalteisenstein häufig noch sehr wohl zu erkennen, mehr oder weniger von dunklem Eisenoxyd erfüllt, die Olivine sind in Farbe und optischem Verhalten gewöhnlich noch dieselben, wie im Bauxit.

Die Entstehung des Bauxits ist mit derjenigen der ihn umschließenden Thone häufig Hand in Hand gegangen.

J. Roth schreibt in seiner „allgemeinen und chemischen Geologie“ über die chemische Zusammensetzung der Thone folgendes :

„Während die reinste Form des Thonerdesilicates Kaolin ($2\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{aq.}$) aus 46,51 Proc. Kieselsäure, 39,84 Proc. Thonerde, 13,95 Proc. Wasser besteht, so dafs auf 100 Gewichtstheile Kieselsäure 85 Gewichtstheile Thonerde kommen, enthalten die meisten Thone viel weniger Thonerde im Verhältnifs zur Kieselsäure.“

Die grösste relative Menge Thonerde enthalten nach 12 von Roth angeführten Analysen ein Thon mit dem Verhältnifs 76,8 Theile Thonerde auf 100 Theile Kieselsäure und ein solcher mit 70 Theilen Thonerde auf 100 Kieselsäure. Die bauxitführenden Thone, die ich im vorstehenden beschrieben habe, besitzen nun zum Theil einen auffallend höheren Gehalt an Thonerde. Dieselben zeigen folgende Verhältnisse :

Der Thon des rothen Hang bei Garbenteich 121 Th. Thonerde.

„	„	aus der Grube am Schäferling	73,6	„	„
„	„	vom Walde bei Villingen	77,8	„	„
„	„	vom Bahnhof Villingen	78,7	„	„
„	„	aus der Grube am Firnewald	73,5	„	„

Während die 4 letzten Thone somit schon einen ausnahmsweise hohen Gehalt an Thonerde gegenüber Kieselsäure besitzen, ist der Thon vom rothen Hang einzig in seiner Art. Dabei ist dieser Thon auch derjenige, welcher sowohl die meisten als auch die grössten Bauxitknollen führt.

Alle untersuchten Thone sind durch Verwitterung basaltischer Gesteine entstanden, das beweisen die in ihnen vorhandenen Krystalltheile von Olivin, Titaneisen und Magneteisen.

Alle untersuchten Thone führen außerdem Gemengtheile oder Einlagerungen, die auf eine noch unbekannte Verwitterungsart schliessen lassen, bei welcher Thonerde als Hydrat in Lösung vorhanden gewesen ist.

Bei dem Thone des rothen Hangs bei Garbenteich beweist es die chemische Zusammensetzung des ganzen Thones, in dem Thone des Waldes bei Villingen und des Bahnhofs Villingen beweisen es die Einlagerungen, die neben Eisenoxydhydrat auch Thonerde als Hydrat enthalten, und deren äufsere Beschaffenheit und Lagerungsart die Entstehung in den Thonen bezeugen. Im Thone der Grube am Firnewald beweist es der hohe Thonerdegehalt der umgewandelten Olivine. Ueberall ist bei der Zersetzung der basaltischen Muttergesteine der Thone im Laufe der Verwitterung neben dem Eisen dreifachgewässerte Thonerde in Lösung gewesen. Dieses Hydrat sowie das Eisenoxydhydrat haben sich zu gröfseren Mengen in dem Thone zusammengezogen und auf diese Weise Concretionsbildungen von Bauxit einerseits und Basalteisenstein andererseits gebildet. Die im Mittel höchstens 15 Proc. betragende Thonerde im Muttergestein des Bauxits ist allein nicht im Stande, Bildungen von Thonerdehydrat räumlich gleicher Ausdehnung mit dem Muttergestein hervorzubringen. Auch das spec. Gewicht des Bauxits 2,0—2,4, meistens der letzteren Zahl näherstehend, beweist, dafs mindestens dreimal mehr Thonerde im Bauxit vorhanden ist, als ein gleiches Gesteinsvolum bei entsprechender Umwandlung hätte hervorbringen können. Ausserdem sprechen die Ausscheidungen von Hydrargillitkrystallen in den Hohlräumen des Bauxits in beredtester Weise dafür, dafs Thonerdehydrat dem Thone als dem ersten Verwitterungsproduct basaltischen Gesteines zugeführt worden ist. Aber auch das Thonerdehydrat mufs bei früheren oder späteren Stadien der Verwitterung basaltischer Gesteine in Lösung gegangen und jenem Thone unter Bildung der Bauxit-Concretionen zugeführt worden sein.

Dafs bei dieser Art der Bildung die ursprüngliche Gesteinsstructur im Bauxit völlig erhalten geblieben ist, erscheint durchaus nicht wunderbar. Bei der Umwandlung eines festen

Gesteines in Thon bleibt die Structur, sobald nicht zufällige äußere Einflüsse zerstörend und fortreisend wirken, oft vollkommen erhalten. Wird nun auf eine Art, die uns noch unbekannt ist, an einer Stelle im Innern des Thones ein Theil desselben durch sich auf diese Stelle zusammenziehendes Thonerdehydrat verdrängt, so ist es sehr wohl denkbar, daß die Structur des Gesteines, welches den Thon gebildet hat, in dem nunmehr gebildeten Bauxit deutlich in Erscheinung tritt. Dabei müssen die individualisirten Theile im Thone, d. h. die noch festeren Gemengtheile des zersetzten Gesteines, Olivin, Titaneisen, Magneteisen sich ebenso wie im Thone im Bauxit wiederfinden, was thatsächlich der Fall ist. Die individualisirten Theile des Bauxits, diejenigen Theile, welche sowohl selbstständige Form und Farbe als auch selbstständiges optisches Verhalten zeigen, sind genau dieselben wie in den Thonen. Aufser diesen unveränderten Theilen ist noch das Eisenoxyd, welches durch die Verwitterung der Augite gebildet wurde, wenigstens zum Theil zurückgeblieben, diese Augite in dem Structurbild kennzeichnend, so daß die eisenfreien Plagioklasformen scharf hervortreten können.

Unter welchen Bedingungen die Lösung des Thonerdehydrats sowie dessen Abscheidung in Concretionen statthaben kann, das sind die Punkte, auf welche sich die Forschung zur vollkommenen Erklärung der Bauxitenstehung zu richten hat.

Interessant sind die Beziehungen, welche der Vogelsberger Bauxit und der von les Baux miteinander zeigen. Beide kommen, wie sich Coquand (Bull. de la Soc. géol. de France 1871. T. 28. p. 98) über den letzteren äußert, in 2 Arten vor, als thonerdereicher und als eisenreicher Bauxit. Beide enthalten in diesen Varietäten ziemlich übereinstimmende Mengen von Thonerde und Eisenoxyd, nur der Wassergehalt ist, wie schon am Anfang der Arbeit bemerkt, ein gänzlich anderer. Geradezu auffallend ist die Gleichheit ihres Titansäuregehaltes, der von Sainte-Claire-Deville in dem französischen Bauxit bestimmt worden ist. Dieser enthält in drei Analysen :

	I.	II.	III.
TiO ₂	3,10	3,20	3,20.

Meine Analysen von Bauxiten des Vogelsberges enthalten :

	I.	II.	III.
TiO ₂	2,80	3,08	3,20.

Diese Uebereinstimmungen deuten daraufhin, daß auch hier vielleicht ähnliche Prozesse gewirkt haben mögen. Indessen liefs ein Dünnschliff, den ich von dem südfranzösischen Bauxit herstellte — mir stand allerdings nicht viel Material zur Verfügung — den vorwiegend amorphen Zustand dieses Bauxits erkennen, indem nur vereinzelte Theile desselben auf das polarisirte Licht wirkten. Außere Formen waren keine zu beobachten.

Fig. 1.

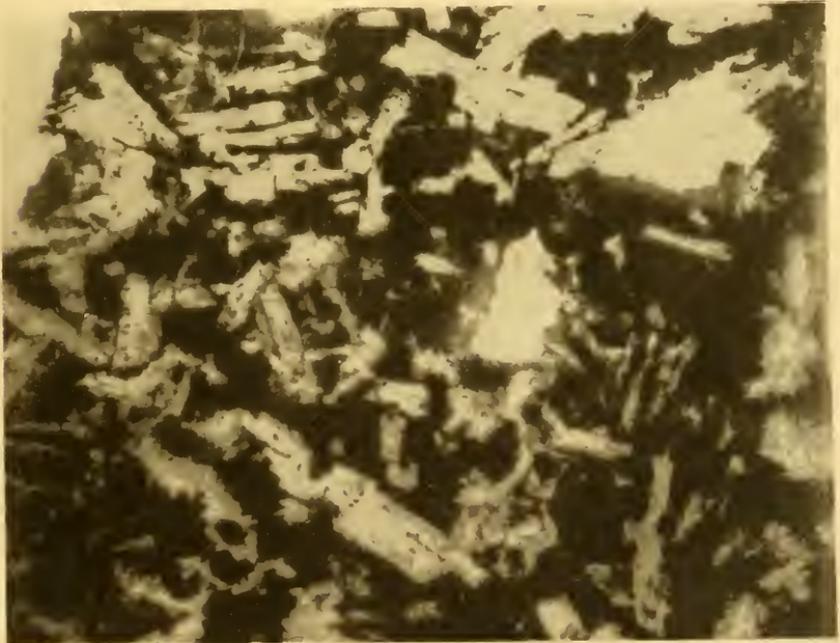


Fig. 2.

Fig. 3.

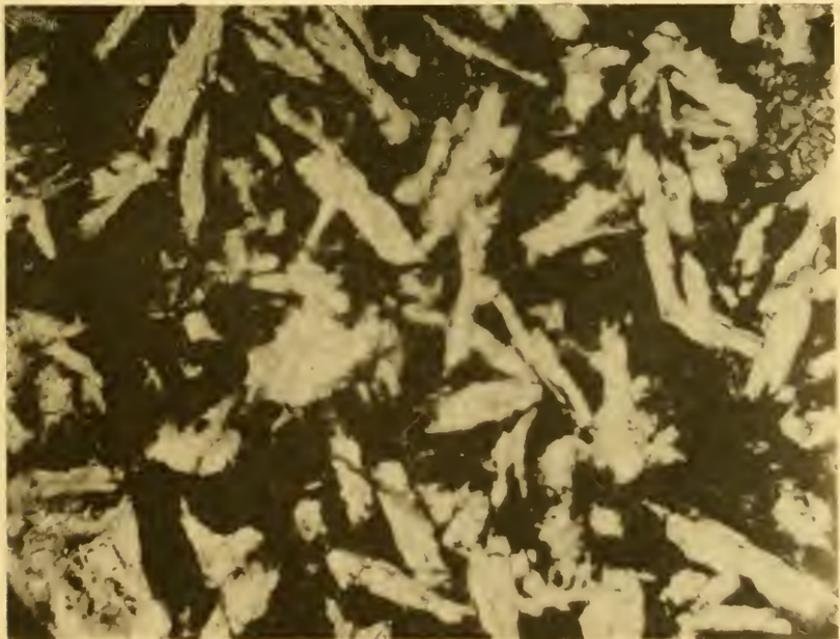


Fig. 4.

Fig. 5.

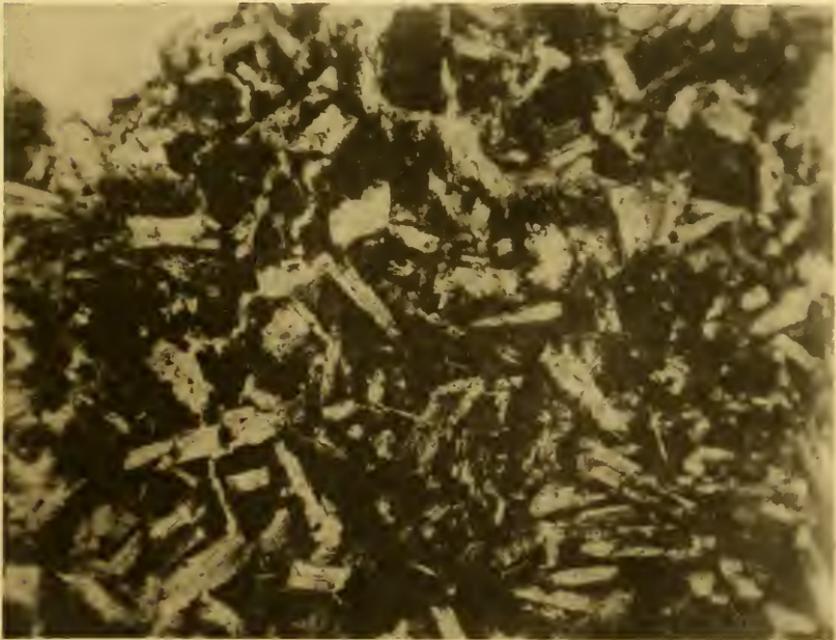
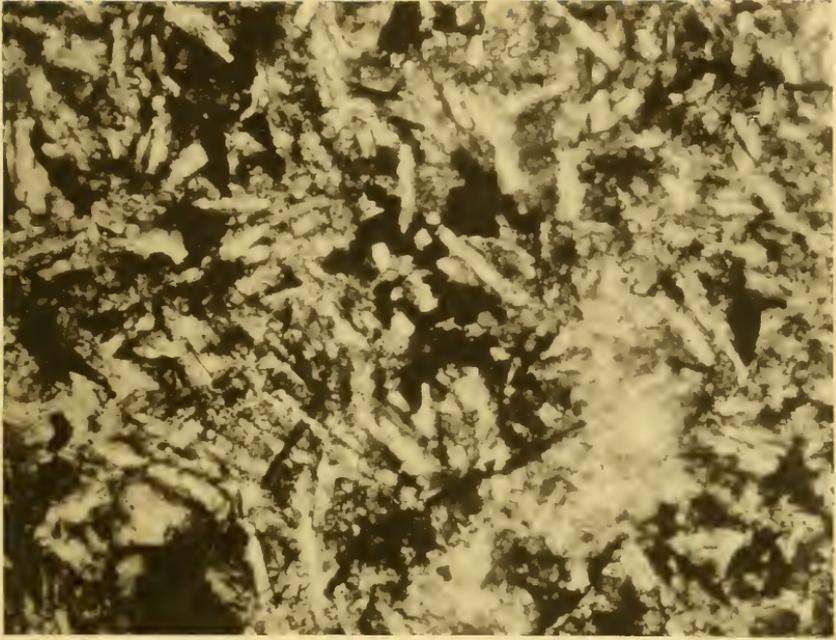


Fig. 6.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [28](#)

Autor(en)/Author(s): Liebrich Adolf

Artikel/Article: [Bauxit 57-98](#)