

Ueber die Mikrostructur einiger brasilianischer Titanmagneteisensteine.

Von

E. Hussak in São Paulo.

Mit Taf. XI und 2 Textfiguren.

Literatur.

1882. NEEF, Über seltene krystall. Diluvialgeschiebe der Mark. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. **34**. 470.
1884. J. J. H. TEALL, On the chemical and microscopical characters of the Whin Sill. Quart. Journ. of Geol. Soc. London. **40**. 651.
- KÜCH, Beitrag zur Petrographie des westafrikanischen Schiefergebirges. TSCHERM. Min. u. petr. Mitth. N. F. **6**. 129.
1885. F. BECKE, Ätzversuche an Mineralien der Magnetitgruppe. Ibid. **7**. 233.
1886. A. CATHREIN, Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit. GROTH'S Zeitschr. f. Kryst. u. Min. **12**. 40.
1891. O. A. DERBY, Magnetite ore districts of Jacupiranga and Ipanema, S. Paulo, Brazil. Amer. Journ. of Sc. **41**. 311—321.
1893. J. H. L. VOGT, Bildung von Eisenerzlagerstätten durch Differentiationsprocesse in basischen Eruptivmagmata. I. Oxydische Ausscheidungen von titanreichem Eisenerz und von Titaneisenerz. Zeitschr. f. prakt. Geol. 1893. p. 4—11 u. 1894. p. 381—399.
1896. J. F. KEMP, Titaniferous iron-ores in the Adirondacks. Bull. geol. soc. Amer. **7**. 15; 19. Report U. S. Geol. Surv. 1897—1898. P. III. Econ. Geol. p. 383—422.
1896. G. LATTERMANN, Über den Nephelinbasalt vom Katzenbuckel. ROSENBUSCH'S Mikr. Phys. d. Min. III. Aufl. p. 287.
- H. ROSENBUSCH, Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. III. Aufl. p. 246. Essexit von Cabo Frio.
1899. J. F. KEMP, A brief review of the titaniferous Magnetites. School of Mines Quart. July 1899. p. 323—356 u. **21**. Nov. 1899. p. 56—65.
1901. A. LACROIX, Minéralogie de France. **3**. pt. I. p. 287.

1902. O. A. DERBY, Of the occurrence of monazite in iron ore and graphite. Amer. Journ. of Sc. 13. 211.

— O. MÜGGE, Die regelmässigen Verwachsungen von Mineralien verschiedener Art. Dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. p. 347.

Regelmässige Verwachsungen von Ilmenit mit Magnetit sind seit Langem bekannt, wurden aber bisher nur vereinzelt und nur an den als Gemengtheil basischer Eruptivgesteine vorkommenden Titanomagnetitkörnern oder an Krystallen von titanführendem Magnetit beobachtet.

Erst kürzlich gab O. MÜGGE eine eingehende Beschreibung dieser Verwachsungen, bemerkt aber hierzu, dass „die nähere Lagerung der Ilmenittäfelchen in den Oktaëderflächen des Magnetits in all den beschriebenen Fällen nicht festgestellt zu sein scheint“.

A. LACROIX giebt an, dass Ilmenit genau so wie der Hämatit sich mit Magnetit verwachsen zeigt, indem (0001) des Ilmenits parallel einer Fläche (111) des Magnetits in Form von dünnen Lamellen so eingelagert ist, dass beide eine ternäre Axe gemein haben. Diese Verwachsung ist gewöhnlich nicht eine makroskopische und tritt erst deutlich nach Ätzung der Krystalle mittelst Salzsäure in dünnen Platten der Magnetite hervor, wodurch dann die durchsichtigen dunkelviolettbraunen Ilmenittäfelchen sichtbar werden. „Il est fort probable que beaucoup de magnétites titanifères doivent leur teneur en titane à des semblables groupements d'ordre physique et sont par suite différents de la titanomagnétite.“

Auch O. MÜGGE erwähnt, dass diese mikroskopische Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit recht häufig zu sein scheint.

Nachdem zuerst O. A. DERBY in einem Magneteisen von Victoria (nicht Rio Doce) im Staate Espirito Santo die Verwachsung eines braun durchsichtigen Titanminerals parallel den Oktaëderspaltflächen des Magnetits nachwies, unternahm ich es, eine Reihe anderer als titanführend bekannter derber Magneteisensteine Brasiliens an geschnittenen und polirten Platten durch Ätzung mit HCl daraufhin zu untersuchen und fand, dass diese Verwachsung eine weitverbreitete ist, so dass es höchst wahrscheinlich erscheint, dass alle Titanmagneteisen

und die titanarmen Ilmenite ähnliche Mikrostruktur aufweisen werden.

Die untersuchten brasilianischen Magneteisensteine stammten z. Th. aus sauren Eruptivgesteinen, Graniten und Gneissgraniten, z. Th. aus basischen Eruptivgesteinen, wie Pyroxeniten etc., speciell aus den Nephelinsyenitgebieten.

Während die ersteren nur ganz schmale Gangmassen oder Adern bilden, erscheinen letztere in mächtigen Massen als magmatische Ausscheidungen.

Da die Erze nach dem Lösen in HCl auch ganz verschiedene und für deren Genesis bezeichnende accessorische Gemengtheile im unlöslichen, unmagnetischen, an Titaneisenlamellen reichen Rückstande aufweisen, sollen im Folgenden dieselben, je nach dem Muttergestein gesondert beschrieben werden.

Die Magneteisensteine wurden durchwegs in dünn geschnittenen Platten, die polirt wurden, je nach deren Angreifbarkeit mit 25 oder 50% HCl auf dem Wasserbade behandelt, worauf mehr oder minder schön die, ganz wie an geätzten Meteoreisenplatten, orientirte Lamellirung nach (111) erschien.

Zur Isolirung der Lamellen wie der mineralischen accessorischen Gemengtheile wurde gesiebtes feines Pulver mit Säure behandelt, so lange, bis keine durch den Stabmagneten ausziehbare Partikeln von Magnetit mehr vorhanden waren.

Folgende Eisenerze Brasiliens kamen zur Untersuchung:

I. Magneteisenerze aus sauren (granitischen) Magmen.

1. Von Angra dos Reis, Staat Rio de Janeiro.
2. Von Victoria, St. Espirito Santo.
3. Von der Serra de Sta. Luzia, nahe Itajubá, St. Minas.
4. Von Campestre, Minas. Dieses erwies sich als ein reiner Ti-freier Magneteisenstein, und
5. von Ponte Alta, St. Minas, das sich als echter Ilmenit erwies.

II. Magneteisenerze aus basischen (pyroxenitischen, Nephelinsyenit-) Magmen.

1. Ipanema, St. São Paulo.
2. Jacupiranga, St. São Paulo.

3. Furquilha, St. São Paulo, Grenze St. Minas.
4. Canoas, St. São Paulo, Grenze St. Minas.
5. Agua suja, St. Minas.
6. Catalão, St. Goyaz.
7. Dezemboque, St. Minas.
8. Caldas, St. Minas.
9. Ilha Cardoso bei Iguape, St. São Paulo.
10. Antonina, St. Paraná.

I. Magneteisensteine aus sauren, leukokraten Eruptivgesteinen.

1. Angra dos Reis, Staat Rio de Janeiro.

Das titanreiche Magneteisen ist in einem grobkrystallinischen Pegmatit in Form sehr schmaler Gänge, meist nur in dünnen Adern oder über nussgrossen Putzen eingesprengt und die Erzmassen dringen wie eine geschmolzene Masse in den Granit hinein; deshalb finden sich auch häufig Körnchen von Quarz und Feldspath, sowie Biotitblätter vollkommen im Eisenerz eingeschlossen, andererseits auch das Eisenerz auf Spaltrissen im Feldspath oder als Ausfüllung kleiner Hohlräume eingesprengt.

Schon dadurch erscheint eine directe magmatische Ausscheidung des Eisenerzes aus dem Granit als am wahrscheinlichsten.

Der Granit ist ein Pegmatit (wohl gangförmig) mit grossen, porphyrtartig eingesprengten Mikroklinkrystallen von fleischröthlicher Farbe; in der feinkörnigen Zwischenmasse zeigen sich neben Mikroklin, Quarz, Biotit, weisser Plagioklas (Oligoklas) und vereinzelt Krystalle hellgrünen gemeinen Berylls. Aus den Eisenknollen wurden nun ca. 3—5 mm dicke Platten geschnitten und polirt; schon an diesen zeigt sich eine regelmässige Einlagerung verhältnissmässig grosser schwarzer Lamellen in dem zum grossen Theil schon in Eisenoxyd umgewandelten, daher röthlichen Magneteisen. Infolge dessen war auch diese Platte von 50% HCl schwer angreifbar; es gelang jedoch, an anderen Knollen ganz frische schwarze Eisenplatten zu erhalten, die die Structur nach Ätzung deutlicher aufwiesen (Taf. XI Fig. 1). Die Lamellen erreichen

eine Länge von 1 cm und durchkreuzen sich in dieser Platte, entsprechend dem Schnitte parallel einer Dodekaëderfläche, mehr oder weniger unter 120° , sind aber nicht sehr zahlreich. Ausser diesen finden sich noch unregelmässig eingelagerte und dickere Lamellen, wie auch Körner von Ilmenit, die nach Ätzung scharf aus dem mit Ätzgrübchen und Furchen durchzogenen Magneteisen hervortreten.

Die Ilmenitlamellen sind nur, wenn sehr dünn, mit dunkelbrauner Farbe durchsichtig, nicht pleochroitisch und nicht magnetisch, auch von starker HCl ganz unangreifbar. V. d. L. geben sie in Phosphorsalz sehr leicht die Titanreaction.

Nach dem Lösen feingepulverten Magneteisens verblieb ein ziemlich grosses Residuum von Unlöslichem, das vorherrschend aus den erwähnten Ilmenitlamellen bestand, in dem sich aber auch zahlreiche hellgrüne, gut ausgebildete Oktaëder von Eisenspinell und abgerundete, wie abgeschmolzen aussehende farblose oder hellgelbe prismatische Kryställchen von Zirkon fanden. Nicht selten ist an den dünnen Ilmenitlamellen eine innige Verwachsung mit dem Eisenspinell zu beobachten.

2. Umgebung von Victoria, Staat Espirito Santo.

Dieses gleichfalls aus Granit stammende Magneteisen wurde schon von O. A. DERBY (l. c.) untersucht und kurz beschrieben, die zahlreichen Einschlüsse der für Granit so charakteristischen accessorischen Gemengtheile, Monazit und Zirkon, hervorgehoben, aber auch schon die dunkelbraunen, oft regelmässig netzartig vertheilten Ilmenitlamellen im Eisen erwähnt. Dasselbst ist als Fundort die Fazenda Catita am Rio Doce angegeben; neuerliche Nachforschungen erweisen sicher als Fundort einen Granit(?)gang der nächsten Umgebung der Hauptstadt des Staates Espirito Santo, Victoria.

Schon bei makroskopischer Betrachtung fällt der Reichtum des Eisens an Einschlüssen, besonders von weissen, meist triklinen Feldspathkörnern auf, die sich deutlich vom Eisenerz aus erodirt, wie angefressen oder abgeschmolzen zeigen; auch tritt das Eisenerz in Form sehr schmaler Äderchen in die Feldspathkörner hinein. Mit dem Feldspath häufig

vereint finden sich farblose, stark lichtbrechende Körner, mit ausgezeichneter, fast rechtwinkliger Spaltbarkeit, die sich als Korund erwiesen.

Abgerundete wie corrodirt, bis 1 mm grosse Krystalle von dunkelhoniggelbem Monazit (Turnerittypus) und farblose bis hellrosafarbige prismatische Kryställchen von Zirkon sind häufig schon makroskopisch in dem Eisenerz eingeschlossen zu beobachten.

Quarzkörner fehlen, doch sind grosse, schwarze, unregelmässige Biotitlamellen häufig.

Das Muttergestein dieses Magneteisens scheint des Plagioklasreichthums wegen wohl eher ein Quarzglimmerdiorit zu sein, wie solche in dem Küstengebirge von Espirito Santo und südlich Bahia bekannt sind.

Auffallend ist der Reichthum der Einschlüsse von Korund im Eisenerz, der sich wahrscheinlich nach dem Einschmelzen der Feldspäthe als eine magmatische Neubildung wieder ausgeschieden hat.

Die geätzten Platten (Taf. XI Fig. 2) erweisen, dass das Eisenerz sehr reich an unregelmässigen grösseren Körnern von Ilmenit ist und relativ arm an Ilmenitlamellen, die regelmässig aus den stark geätzten Magnetitkörnern herausragen.

Die grossen Ilmenitkörner zeigen jedoch auch eine eigenthümliche Lamellirung nach dem Ätzen und scheinen auch aus zwei verschieden stark durch Säure angreifbaren Substanzen zu bestehen, obgleich dieselben von Säure 50 HCl sehr schwer löslich sind.

Die in den Magnetitkörnern orientirt nach (111) eingewachsenen Ilmenitlamellen sind auch hier ziemlich gross, bis 2—3 mm, sehr dünn und nur spärlich vorhanden.

Der in Säuren unlösliche Theil des Titanmagneteisens ist ein reichlicher und besteht zum grössten Theil aus den zwei erwähnten Ilmenitkörnern und Lamellen. Ausserdem finden sich noch folgende Mineralien:

1. Monazit, in dunkelhoniggelben, bis zu 2 mm grossen Krystallen mit abgerundeten Kanten, die wie abgeschmolzen aussehen, und rundlichen Körnern; reich an Einschlüssen winziger brauner Nadelchen.

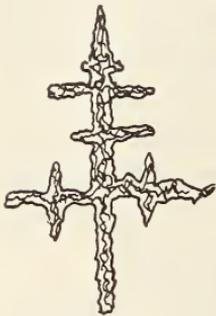


Ilmenitkorn.

2. Zirkon, in langprismatischen, farblosen bis blassrosarothenen Kryställchen, gleichfalls bis zu 2 mm lang, und noch stärker an den Kanten abgerundet, abgeschmolzen resp. corodirt als der Monazit, voll von Rissen quer zur Verticalaxe und rein an Einschlüssen von ovalen Gasporen.

3. Korund, meist nur in farblosen rhomboëdrischen Spaltstückchen, selten in bis 1 mm grossen, dünnen, tafeligen Kryställchen (10 $\bar{1}$ 1).(0001), die zonal gebaut sind, indem saphirblaue Partien diesen Zonenbau markiren. Er ist frei von Zwillinglamellirung, optisch normal einaxig negativ. Auch hier finden sich häufig Einschlüsse derselben braunen Nadelchen wie im Monazit, wie auch Gasporen.

4. Grüner Eisenspinell, hier selten in wohlausgebildeten Oktaëdern, sondern nur in Skeletformen des regulären Systems, bald rechtwinkelige Kreuzformen, bald dünne Blättchen mit rechtwinkelig gestrickten Krystallskeletten bildend. Häufig finden sich die dunkelbraunen Ilmenitfädelchen regelmässig von diesen Spinellskeletten durchwachsen.



Spinellskelet.

5. Manchmal erscheinen im Residuum des in HCl Unlöslichen auch ziemlich zahlreich winzige gelbe, oktaëdrische, stark licht- und doppelbrechende Kryställchen von Anatas, der auch hier wohl nur eine Neubildung auf

Kosten der an der Oberfläche der Magneteisensteinblöcke schon in Zersetzung begriffenen grösseren zackigen Ilmenitkörner ist.

6. Farblose, äusserst dünne sechsseitige Blättchen, scheinbar isotrop, erwiesen sich als durch die Säure vollkommen entfärbte Glimmerlamellen.

7. Die Hauptmasse des in Säuren unlöslichen Pulvers bestand aus den schon erwähnten grossen zackigen Körnern von Ilmenit und aus winzigen, kaum 1 mm grossen, oft deutlich sechsseitigen, dunkelbraun durchsichtigen Lamellen eines dem Ilmenit jedenfalls sehr nahestehenden und dem Magnet-eisen oft regelmässig parallel den Oktaëderflächen desselben eingewachsenen Minerals. Die Farbe dieser Lamellen ist kastanienbraun; liegen dieselben im Präparat etwas schief, dann ist ein schwacher Pleochroismus zwischen hell- und

dunkelbraun, wie auch bei + Nicols äusserst lebhaft Interferenzfarben zu beobachten. In den auf der Basisfläche aufliegenden Blättchen zeigt sich im convergenten Licht ein fixes Axenkreuz ohne Interferenzringe und mit negativer Doppelbrechung (m. Gypsbl. R. I. O.).

V. d. L. ergaben rein ausgesuchte Lamellen in der Phosphorsalzperle starke Ti-Reaction; durch Schmelzen mit Soda aber fand sich eine starke Mn-Reaction. Auch auf nassem Wege, nach Schmelzen mit Kalibisulphat, konnte, nach Ausfällung der TiO_2 , neben Eisen Mangan nachgewiesen werden.

Es ist demnach sehr wahrscheinlich, dass diese Lamellen eine dem Ilmenit entsprechende isomorphe Mischung von $FeTiO_3$ mit $MnTiO_3$ darstellen. Zur quantitativen Analyse sind diese leider infolge der steten Durchwachsung mit Eisen spinell nicht recht tauglich.

3. Serra de Sta. Luzia, nahe Itajubá, Minas.

Auch dieses Magneteisenerz stammt aus einer Gneiss-Granit-Region, worauf auch die zahlreichen Einschlüsse von Quarz und Muscovit hinweisen. Leider sind diese Erzproben schon stark in Eisenoxyd umgewandelt, weshalb die regelmässige Einlagerung der Ilmenitlamellen auf geschliffenen und geätzten Platten nicht sehr deutlich zu beobachten ist.

Das Eisenerz ist ein gleichmässig mittelkörniges; Korngrösse ca. 3—5 mm; die Glimmerblättchen sind regellos vertheilt, meist aber auf den Begrenzungsflächen der Magnetitkörner, diese umhüllend, zu sehen.

In jedem Magnetitkorn ist die regelmässige Einlagerung von den hier sehr dünnen und sehr kleinen Ilmenitlamellen // (111) des Magnetits zu beobachten, die Zersetzung des Magneteisens aber, wie erwähnt, nicht sehr deutlich. Die Ilmenitlamellen zeigen sich u. d. M. als sehr wenig durchsichtig und von dunkelrothbrauner Farbe; bei schiefer Lage im Präparat zeigen sie dieselben lebhaften Interferenzfarben wie die vom Victoria-Eisen. Sie sind selten deutlich hexagonal begrenzt, meist in unregelmässigen ausgezackten Blättchen und nicht pleochroitisch, auch frei von Einschlüssen.

Ausser diesen Ilmenitlamellen, unlöslich in HCl und nicht

magnetisch, ergaben sich in den Lösungsrückständen noch folgende Mineralien:

1. Zahlreiche, meist sehr wohl ausgebildete Oktaëder von isotropem, hellgrünem Eisenspinell; keine skeletartigen Formen.
2. Ebenso häufig farblose, langprismatische, an den Kanten stark abgerundete, corrodirt Zirkonkryställchen; häufig erscheinen zu grösseren, büscheligen Aggregaten vereint, auch Biotitblättchen eingewachsen.
3. Muscovit- und Biotitblättchen; Quarzkörnchen.

Kein Monazit oder Xenotim konnte beobachtet werden.

4. Campestre, Minas Geraës.

Dieses Eisenerz, gleichfalls aus einer Gneiss-Granit-Region stammend, ist sehr gleichmässig grobkörnig und erwies sich als ein reines Magneteisen, da beim Behandeln des gröberem Pulvers Alles leicht in 50 % HCl in Lösung ging, ohne irgend welchen Rückstand zu hinterlassen. Auch keines der sonst so häufigen accessorischen Granitmineralien, wie Zirkon u. dergl., und auch kein Spinell wurden gefunden.

5. Ponte Alta, Sapucahy, Sul de Minas Geraës.

Ein sehr feinkörniges Eisen, gleichfalls Adern resp. schmale Gänge im Granit bildend, das sich als reines Titaneisen erwies. Es ist von HCl, selbst concentrirter, ganz unangreifbar und zeigt auch keine Lamellen eingewachsen. Nicht magnetisch. Bemerkenswerth ist in diesem Ilmenit aber der Reichthum an eingewachsenen, 1—5 mm grossen, langprismatischen, stark abgerundeten (corrodirt) farblosen und rosafarbigem (pleochroitischen) Zirkonkryställchen.

II. Titanreiche Magneteisensteine aus basischen Eruptivgesteinen (Pyroxeniten; magmatische Ausscheidungen aus Foyaitmagmen).

1. Ipanema, S. Paulo.

Über das Vorkommen dieses Magneteisens und dessen Genesis, bezw. dessen Beziehungen zu den Augitsyeniten (feinkörnigen, apatitreichen Akmitsyeniten) hat schon O. H. DERBY

ausführlich berichtet (vergl. „Magnetite ores of Jacupiranga and Ipanema, São Paulo, Brazil“ in Amer. Journ. of science. 1891. (3.) 41. 311—321).

Das Eisenerz kommt nur in Form grosser Blöcke in dem zu rother Erde zersetzten Gestein auf der Höhe des Morro Arasoyaba vor und ist infolgedessen meist schon stark in Eisenoxyd umgewandelt; ausser derb finden sich daselbst zahllose oktaëdrische Krystalle und jene merkwürdigen Wachstumsformen¹, die seiner Zeit von H. ROSENBUSCH als polysynthetische Zwillinge aufgefasst wurden. Das Magnet Eisen ist sehr grobkörnig und zeigt oft grössere Einschlüsse von Aggregaten kleiner, gelblicher, prismatischer Apatitsäulchen, ferner als Kluftausfüllung auch nicht selten derben Baryt. Auch Chalcedon ist ähnlich auf Klüften zu beobachten.

Geschnittene und geätzte Platten zeigten selten die oktaëdrische Einlagerung der Ti-Lamellen sehr schön, da, wie erwähnt, das Eisenerz schon zersetzt ist. Desto besser und regelmässiger erscheint dieselbe an den noch frischen, stark magnetischen Krystallen vom selben Fundorte.

Auf den geätzten Oktaëderkrystallen sieht man schon mit der Lupe auf jeder Oktaëderfläche zahlreiche winzig dünne, stark glänzende Lamellen genau parallel allen Oktaëderkanten eingelagert und ausserdem auch auf der geätzten Oktaëderfläche aufliegend oft sechsseitige Ilmenitblättchen, ganz ähnlich den von LACROIX (vergl. MÜGGE's Arbeit l. c.) beschriebenen Magnetiten mit Eisenglanzverwachsungen.

Als unlöslicher Rückstand verbleibt ausser diesen Ilmenitlamellen nur ziemlich viel hellgrüner Spinell (wohl ein Pleonast), meist in Oktaëdern, nie in Skeletform.

2. Jacupiranga, S. Paulo.

Das Eisen ist bald ziemlich grobkörnig (Korngrösse 6—8 mm), bald feinkörnig und stets sehr frisch, von Säure ziemlich schwierig angegriffen. Einige Stückchen zeigen sich erfüllt von Einschlüssen bis 1 mm grosser, zersetzter, hell-

¹ Treppenförmiges, einseitiges Wachstum auf parallel einer Oktaëderfläche flachgedrückten Krystallen, wodurch dieselben dann hexagonalen Pyramiden auf einer Basisfläche gleichen.

grauer Oktaëderchen, die als Perowskit erkannt wurden, andere Stücke zeigen schon makroskopisch Einschlüsse frischer, dunkelbrauner Oktaëder, die einem Pyrochlormineral angehören und v. d. L. keine Ti-, wohl aber charakteristische Tantal-Reaction (nach Methode FLORENCE) geben.

Je nach der Korngrösse verhalten sich auch diese Eisenproben verschieden beim Ätzen mit HCl.

Während die feinkörnigen, an Perowskiteinschlüssen reichen Platten sich als sehr schwer von Säure angegriffen erweisen und nur sehr wenige und winzige Ilmenitlamellen, nach (111) orientirt, eingewachsen enthalten, sind die grobkörnigen Eisenplatten bei weitem leichter zu ätzen und zeigt ein jedes Magnetitkorn ziemlich grosse (bis 6—8 mm) Ilmenitlamellen regelmässig eingewachsen (vergl. Taf. XI Fig. 3).

Die Ilmenitlamellen zeigen sich hier mit einer Regelmässigkeit dem Magnetitkorn eingelagert parallel den Oktaëderflächen, wie in geätzten Meteoreisenplatten. Grössere hackige unregelmässige Ilmenitkörner finden sich nur sehr selten.

Die Ilmenitlamellen sind hier mehr röthlichbraun, bis violettbraun durchsichtig, sehr oft schön hexagonal begrenzt, optisch einaxig, negativ und mit sehr schwacher Doppelbrechung, nicht pleochroitisch und zeigen auch nicht die lebhaften Interferenzfarben zwischen \perp Nicols bei schiefer Lage im Präparat, wie die aus dem Victoria-Eisen, geben auch keine so starke Manganreaction, wie die des letztgenannten. Oft erscheinen selbe in skeletartigen Formen und dann mit Spinell verwachsen, indem letzterer die Zwischenräume der zellig nach den Oktaëderflächen gruppirten Ilmenitlamellen erfüllt.

Nach dem Lösen des ziemlich feingepulverten Eisenerzes in HCl verbleibt ein sehr reichlicher unlöslicher und nicht magnetischer Rückstand, der zum grössten Theil aus den erwähnten Ilmenitlamellen besteht, ausser diesen aber noch folgende Mineralien enthält:

1. Ziemlich häufig wohlausgebildete Oktaëder von hellgrünem Eisenspinell (Pleonast?).
2. Rothbraune, undurchsichtige Oktaëder eines Minerals der Pyrochlorgruppe, selten.

3. Körner und Oktaëder von roth- bis violettbraunem, durchscheinendem Perowskit, der sich oft von einer weissen, erdigen Kruste von Titanoxyd umhüllt zeigt.
4. Sehr selten Krystallbruchstücke von hellbraunen Kryställchen von Baddeleyit.
5. Winzige gelbe, spitzpyramidale Kryställchen von Anatas, der hier wohl ein Neubildungsproduct durch Zersetzung der Perowskitkrystalle ist und schliesslich noch
6. durch Säure gebleichte, farblose, scheinbar isotrope Spaltblättchen von Biotit.

So finden sich also im derben Titanmagneteisen von Jacupiranga alle charakteristischen accessorischen Gemengtheile wieder, wie solche in dem Pyroxenit (Jacupirangit), aus dem sich das Eisenerz ausgeschieden hat, zu finden sind. Eisen-spinell kommt jedoch, wie oben erwähnt, auch in den granitischen Eisenerzausscheidungen und Schlieren vor.

3. Furquilha, Minas.

Dieses Eisen ist ziemlich feinkörnig (3 mm Korngrösse) und sehr frisch. Nach Ätzen mit HCl erweist es sich als ungemein reich an höchst regelmässig oktaëdrisch eingewachsenen sehr kleinen Ilmenitlamellen. Es ist dies von allen untersuchten Eisen das an Lamellen reichste, und geben die Taf. XI Fig. 4a und 4b ein anschauliches Bild von der Regelmässigkeit der Einlagerung derselben. Die eine Figur zeigt Körner nahezu parallel einer Oktaëderfläche, die andere ebenso zu einer Dodekaëderfläche geschnitten; im Vergleich mit dem Jacupiranga-Eisen ist die Lamellirung eine sehr feine. Zahlreiche Lamellen bleiben schon beim Ätzen grösserer Platten als unlöslicher Rückstand und zeigen sich auch als nicht magnetisch und, abgesehen von einzelnen grünen Spinelloktaëderchen, frei von anderen Gemengtheilen. Deshalb erscheinen diese als vorzüglich geeignet zu einer quantitativen Bestimmung der chemischen Zusammensetzung; die wenigen Spinellkryställchen konnten leicht durch trockene Schlämzung auf rauhem Papier isolirt werden.

Die chemische Analyse der so isolirten Ilmenitlamellen, ausgeführt von meinem Freunde und Collegen W. FLORENCE, ergab an 0,24 g Substanz:

		auf 100 ber.
TiO ₂	56,76	55,11
FeO	30,54	29,66
MnO	3,24	3,15
MgO	10,22	9,92
CaO	2,23	2,16
	<u>102,99</u>	<u>100,00</u>

Nach Abzug von CaTiO₃, d. i. Perowskit, verbleibt:

TiO ₂	54,90
FeO	31,29
MnO	3,32
MgO	10,47

In Anbetracht der geringen Menge der angewandten Substanz zeigt sich trotzdem ein Überschuss in der Analyse, wohl herrührend von unreinen Reagentien; es ist aber ohne Zweifel ersichtlich, dass die eingewachsenen Lamellen einer dem Ilmenit (FeTiO₃) entsprechenden Verbindung, einer isomorphen Mischung von Mn, Fe, Mg, TiO₂ entstammen. Die Lamellen haben auch hier meist eine violetttröthlichbraune Farbe, sind schon in dickeren Lamellen stark durchsichtig, nicht pleochroitisch, optisch einaxig negativ und von schwacher Doppelbrechung (im Gegensatz zu denen aus dem Victoria-Eisen).

Löst man aus grobgepulvertem Eisen (Korngrösse ca. 2—3mm) mit 50 % HCl den Magnetit aus, so hinterbleiben in jedem Korn die ganzen oktaëdrischen Skelette, von dem Ilmenitmineral gebildet, zurück.

4.—6. Catalão, Goyaz, Aguasuya und Canoas.

Dieses Vorkommen wurde von mir schon beschrieben und der Reichthum desselben an Perowskit, mit dem das Magnet-eisen grobkörnige Aggregate bildet, hervorgehoben (vergl. dies. Jahrb. 1894. II. p. 297). Zu gleicher Zeit wurden vollkommen mit diesem Eisen übereinstimmende Gerölle in den diamantführenden Ablagerungen von Aguasuya, Minas, wenige Kilometer von Catalão entfernt, wiedergefunden und finden sich auch solche, aber viel spärlicher, in den diamantführenden Sanden des Flusses Canoas, an der nordöstlichen Grenze der Staaten Minas und São Paulo. Da dieselben auch hinsichtlich der Mikrostructur und accessorischen Gemengtheile ganz übereinstimmen, können sie vereint hier beschrieben werden. Diese

Magneteisenerze stammen sicherlich, wie das von Jacupiranga, aus basischen Ausscheidungen (Pyroxeniten, Jacupirangiten, Ijolithen) der Nephelinsyenite; in situ befinden sich dieselben wohl bei Catalão und haben in der erwähnten Region sicher eine weitere Verbreitung.

Diese Eisenerze sind alle ziemlich gleichmässig mittelkörnig (Korngrösse ca. 4 mm) und enthalten oft makroskopische Einschlüsse von in gelblich-erdiges Titanoxyd umgewandelten Krystallen (111) und abgerundete Körner von Perowskit. Separirt man diese porösen, erdigen Pseudomorphosen nach Perowskit und untersucht das Pulver u. d. M., so erscheinen noch einige frische violettbraune, optisch anomale Körnchen von Perowskit neben vorwaltenden gelblichen, stark licht- und doppelbrechenden zahllosen Körnchen von Anatas. Bei Behandlung mit HCl zeigt sich in diesen Perowskit-Pseudomorphosen anfänglich eine schwache Kohlensäureentwicklung, da bei Zersetzung dieses Minerals erst CaCO_3 neben TiO_2 gebildet und ersteres wieder ausgelaugt wurde. Perowskit findet sich in allen erwähnten drei Eisenerzen neben viel mikroskopischen Anataskörnchen und ist ein geradezu charakteristischer accessorischer Gemengtheil; beim Lösen in HCl verbleiben als unlöslich nur noch die dunkelbraunen bis violettbraunen Ilmenitlamellen, die auch hier den Magnetitkörnern regelmässig // (111)-Flächen eingelagert sind. Die Ilmenitlamellen sind hier ziemlich gross, bis zu 3—4 mm, und nicht sehr zahlreich geschaart; ausser diesen erscheinen aber noch zahlreiche eckige Körner und grobe, regellos eingewachsene Lamellen von Ilmenit. Die Ilmenitlamellen gleichen in Farbe und optischen Eigenschaften ganz denen von Jacupiranga.

7. Dezemboque, Minas Geraës.

Auch dieses Ti-reiche Magneteisen ist erfüllt von Perowskitkörneraggregaten wie das von Catalão und der Fundort liegt in der Region, wie die von Uberaba und Canaas, scheint also auch aus basischen Eruptivgesteinen zu stammen.

Nach Ätzung zeigt es sich viel reicher an hier winzigen Ilmenitblättchen, die hier wieder regelmässig oktaëdrisch eingelagert sind wie in den oben erwähnten Eisenerzen. Die unregelmässigen groben zackigen Ilmenitlamellen sind hier viel seltener.

8. Caldas, Minas Geraës.

Dieses Eisenerz zeichnet sich aus durch eine ausnahmsweise grosskörnige Structur; dementsprechend erreichen auch die regelmässig oktaëdrisch eingelagerten Ilmenitlamellen, der Korngrösse entsprechend, oft eine Länge von über 1 cm. Sie sind hier nicht so zahlreich wie die kleinen Lamellen in den vorbeschriebenen Erzen, aber sehr regelmässig eingelagert und dünn. Ausserdem zeigen sich hier noch die Magnetitkörner ganz erfüllt von zahllosen, winzigen, regellos eingewachsenen Ilmenitblättchen, wodurch an angeschliffenen Platten ein bronzeartiger Schiller erzeugt wird.

Endlich erscheinen ausserdem noch grössere, compacte, unregelmässige, meist zackige Körner von Ilmenit, meist an den Begrenzungsflächen der Magnetitkörner angehäuft, wie Klüfte erfüllend und nicht in denselben eingewachsen. Nach Ätzung der Eisenplatten mit HCl treten natürlich die unlöslichen Ilmenitkörner und -lamellen plastisch hervor; es zeigt sich hiernach, dass die grösseren Ilmenitkörner wie im Espirito Santo-Eisen aus zweierlei verschieden durch Säure angreifbaren Erzen bestehen, indem angreifbare, schon durch Glanz verschiedene, unregelmässige Flecken meist im Centrum der Ilmenitkörner erscheinen.

In dem in HCl unlöslichen Rückstande erscheinen ausser zahllosen kleinen und grossen Ilmenitlamellen von röthlich bis violettbrauner Farbe, wenn sehr dünn, nur wenige hellgrüne Eisenspinellkörnchen und -oktaëder.

Die sehr selten regelmässig begrenzten Ilmenitlamellen sind aber fast immer mit Spinell durchwachsen; manchmal zeigen sie sich randlich in ein mikrokrySTALLINES Aggregat, gelber, stark doppelbrechender Körnchen umgewandelt, ganz ähnlich dem der zersetzten Perowskitkryställchen im Catalão-Eisen, also höchst wahrscheinlich aus secundärem Anatas bestehend.

9. Ilha Cardoso bei Cananea, St. São Paulo.

Die Herkunft dieses wie des nächstfolgenden Ti-reichen Magneteisens aus basischen Eruptivgesteinen ist nicht ganz sichergestellt; beide Fundorte sind räumlich nahe beieinander gelegen und erscheinen daselbst, als Fortsetzung des grossen

Nephelinsyenitgebietes von Iguape-Jacupiranga, auch im granitischen Küstengebirge basische Eruptivgänge.

Das Eisenerz von der Insel Cardoso ist mittelkörnig, Kokkolith-artig, stark magnetisch und trotzdem schwer von 50% HCl angreifbar.

Nach Anätzen geschnittener polirter Platten zeigt sich hier keinerlei regelmässig oktaëdrische Anordnung eingewachsener Ilmenittäfelchen; trotzdem verbleiben im unlöslichen Rückstande zahllose solche zurück, die sehr winzig sind und sicher regellos im Magneteisen eingewachsen waren.

Der unlösliche Rückstand besteht aus:

1. Den sehr dünnen, stark rothbraunen Ilmenittäfelchen, die öfters eine blutrothe, sehr an Pyrophanit oder Geikielith erinnernde Farbe besitzen. Sie sind bald frei, bald reich an Einschlüssen von grünen Spinelloktaëderchen und von Spinellkrystalskeletten regelmässig durchwachsen. Erwähnenswerth ist, dass diese unmagnetischen Ilmenittäfelchen, meist von lappiger, ausgefranzter Form, selten sechsseitige Tafeln bildend, sichtbar von 50% HCl schon angegriffen werden, und das ganze Eisenerz belegt sich auch nach Ätzung mit violettgrauem Pulver, ähnlich wie das meist schon zersetzte Eisen von Catalão und Aguasuya.

2. Vielen, relativ grossen und gut ausgebildeten Oktaëdern von hellgrünem Eisenspinell; selten finden sich auch blaue Spinellkryställchen.

3. Sehr selten finden sich stark lichtbrechende, oft deutlich sechsseitig begrenzte farblose Täfelchen von Korund.

4. Glimmerblättchen.

Diesen Gemengtheilen nach zu schliessen, stammt dieses Magneteisenerz aus Graniten und nicht aus basischen Eruptivgesteinen.

10. Antonina, an der Küste des Staates Paraná.

Ein sehr grobkörniges Magneteisen mit ausgezeichneter Spaltbarkeit in den einzelnen Körnern, auf deren Trennungsklüften sich ein feinkörniges, weisses, thoniges Mineral eingeschlossen findet.

Es ist sehr arm an Ilmenitlamellen, die aber hier ziemlich gross und ohne ein oktaëdrisches Gitter zu bilden, meist

nur vereinzelt und nach einer Spaltrichtung eingelagert sind, wie dies nach Ätzung mit HCl erst hervortritt. Beim Lösen verbleibt ein ziemlich reichlicher unlöslicher Rückstand, bestehend aus:

1. Zahlreichen, dunkelbraunen, unregelmässig begrenzten und häufig von Spinell durchwachsenen Ilmenitlamellen.

2. Viel grünem Spinell, theils in Skeletform, theils in wohl ausgebildeten Oktaëdern, letztere oft (ob durch Verwitterung?) in ein feinkörniges Körnchenaggregat zerfallend.

3. Selten farblose und blaue Korundkörner und

4. stark abgerundete Zirkonkryställchen.

5. Quarzkörner und schliesslich

6. hellbraune bis ledergelbe Körnchen und Kryställchen, scheinbare Rhomboëder mit Basisfläche, optisch einaxig, schwach doppelbrechend, aber mit lebhaften Interferenzfarben und pleochroitisch, deren Natur nicht näher bestimmt werden konnte, da dieselben zu selten vorkommen und zu klein sind. Öfters zeigen sich dieselben wie der Spinell in den Ilmenitlamellen eingewachsen.

Aus den Bestandtheilen des unlöslichen Rückstandes geht mit Gewissheit hervor, dass dieses Eisenerz gleichfalls aus granitischen Gesteinen her stammt.

Beobachtungen an europäischen und nordamerikanischen Titanmagneteisensteinen.

Zum Vergleiche untersuchte ich nur die dem Vorkommen von Jacupiranga ganz analogen magneteisenreichen magmatischen Ausscheidungen aus dem Ijolith von Alnö, Schweden, und separirte den Magnetit aus denselben. Nach Behandlung mit HCl konnte an diesen keine regelmässige Einlagerung von TiO_2 -reichen Lamellen constatirt werden, wohl aber verblieben im unlöslichen Rückstande zahlreiche, ziemlich grosse Ilmenitlamellen, die ganz mit denen vom Jacupiranga-Eisen übereinstimmen, zurück.

In der citirten Literatur finden sich einige Angaben, die darauf hinweisen, dass eine regelmässige Einlagerung titanreicher Lamellen schon lange in verschiedenen Titanmagneteisen europäischer Gesteine und Erze beobachtet wurde.

Wohl der Erste, der, soweit mir die Literatur zu Gebote stand, hierüber von schwedischen und norwegischen Titan-eisen berichtet, war NEEF (1882), der das Eisenerz eines nordischen diluvialen Diabasgeschiebes isolirte und in Schlifften mit HCl ätzte.

Das Eisenerz zeigte hierbei auf der Schlifffläche „deutlich sich schiefwinkelig schneidende Streifensysteme, welche auf eingewachsene Titaneisenlamellen zu verweisen scheinen. Die Winkel, unter denen sich selbe schneiden, sind gleich den beiden Winkeln, welche die Kanten des Grundrhomboëders des Titaneisens einschliessen.“ — NEEF machte auch Ätzversuche an den Titaneisen von Egersund und Tellemarken, Norwegen, in denen er neben Spinell (Hercynit) gleichfalls Titaneisenkörner und titanführende helle Lamellen regelmässig angeordnet fand; letztere wurden aber von kochender HCl merklich unter Abscheidung von Titansäure angegriffen, ebenso wie in den von mir untersuchten Titanmagneteisen von Catalão, Aguasuya und Ilha Cardoso.

Hieraus ist wohl der Schluss zu ziehen, dass die eingelagerten Ti-Lamellen, die ja auch in den optischen Eigenschaften öfters sich unterscheiden und in der Farbe, keineswegs in allen Eisenerzen dieselbe chemische Zusammensetzung, wie solche für Furquilha-Eisen an reingetrumtem Material bestimmt wurde, zeigen werden, sondern bald reicher an $MgTiO_3$, bald reicher an $MnTiO_3$ sein dürften.

Grüner Eisenspinell ist als häufiger accessorischer Gemengtheil vieler Titanmagneteisensteine bekannt (vergl. J. F. KEMP, A brief review, p. 94). Der in manchen Analysen von Titanmagneteisen constatirte Reichthum an MgO kann aber sicher nicht immer auf Spinell bezogen werden, sondern ist als Geikielith mit FeO an TiO_2 gebunden in Form der eingelagerten Titanlamellen. Ein Beispiel hierzu giebt die Analyse des Eisens von Alnö, frei von Al_2O_3 und fast frei von SiO_2 ; in diesem kommen nur 12,14 % TiO_2 vor, vollkommen genügend, um mit den 8 % MgO die thatsächlich beobachteten Titanlamellen zu erklären. Chlorospinell fand sich nach dem Lösen dieses Eisenerzes keiner vor.

Auch das Vorkommen von Korund in Titanmagneteisen ist schon bekannt und wurde von G. H. WILLIAMS (cit. bei

J. F. KEMP) reichlich mit Spinell in einem aus Noriten stammenden Eisenerz, arm an TiO_2 , von P'ekskill, Hudson, beobachtet. In den brasilianischen Eisenerzen wurde dieser nur in solchen nachgewiesen, die aus Graniten stammen, und fehlt denen aus basischen Magmen vollkommen.

Überblickt man die Reihen von Analysen der Titaneisenerze, wie solche sich in J. F. KEMP's citirter Arbeit und in DANA's System of Mineralogy finden, so fällt der grosse Reichtum mancher an MgO , bei vollständiger Abwesenheit von SiO_2 , (also von Mg -Silicaten) auf, der in einigen bis zu 14% steigt, so dass diese Ilmenite als Pikroilmenit (Pikrotitanit DANA) bezeichnet wurden. Auch der MnO -Gehalt steigt in anderen wieder bis zu 4%.

In Anbetracht der bisher vorliegenden, schon ziemlich zahlreichen und übereinstimmenden Beobachtungen an titanreichen Magneteisenerzen resp. Titaneisen scheint der Titan-gehalt wie auch der öfter beobachtete reichlichere Gehalt an MgO und MnO von der bald regelmässigen (oktaëdrischen), bald regellosen Einlagerung von Ilmenitlamellen und -körnern im Magneteisen herzurühren, welche Lamellen jedoch nicht durchweg eine übereinstimmende constante chemische Zusammensetzung haben dürften, sondern mit $FeTiO_3$ (Crichtonit) auch $MgTiO_3$ (Geikielith) und Pyrophanit ($MnTiO_3$) in isomorpher Mischung zeigen.

Resultate. In den brasilianischen Titanmagneteisen zeigte sich:

1. Ein dem Ilmenit analoges Titanmineral $(Fe, Mg, Mn)O \cdot TiO_2$ eingewachsen in Magnetit, meist sehr regelmässig nach den Oktaëderflächen des Magnetits, bald regellos angehäuft, bald in Form zackiger Körner. Letztere erwiesen sich auch nicht als homogen, sondern aus zweierlei, durch HCl verschieden angreifbaren lamellaren Partien zusammengesetzt.

2. Ausser diesen zahllosen Ti -Lamellen finden sich in dem in Säure unlöslichen Theile vorwaltend ein grüner Eisenspinell und eine Reihe anderer accessorischer Mineralien, die, je nachdem das Eisenerz aus sauren oder basischen Eruptivgesteinen stammte, als charakteristisch zu bezeichnen sind.

3. In Titanmagneteisen granitischer Provenienz erscheinen Zirkon, Korund und Monazit, in denen aus basischen Eruptivgesteinen aber häufig Perowkit, ein Pyrochlormineral, Baddeleyit und secundärer Anatas.

4. Der Titangehalt der Titanmagneteisensteine und wohl auch mancher Ilmenite rührt von der meist sehr regelmässigen Durchwachsung des Magneteisens mit den oben erwähnten Ti-Lamellen her.



1
Angra dos Reis.



2
Victoria, Espt^o Santo.



3
Jacupiranga.



4 a

Furquilha.



4 b

Hussak: Ueber die Mikrostruktur einiger brasilianischer Titan-Magneteisensteine.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [1904](#)

Autor(en)/Author(s): Hussak Eugen (Franz)

Artikel/Article: [Ueber die Mikrostructur einiger brasilianischer Titanmagneteisensteine. 94-113](#)