

Zur Kenntnis der Einlagerungen von Eisenerzen in Glimmer und einiger Eigenschaften des Goethit.

Von

O. Mügge in Göttingen.

Mit Taf. VI—IX und 2 Textfiguren.

Einlagerungen von kristallinen Eisenerzen in Glimmern sind seit lange bekannt und vielfach durch kristallographische Orientierung zum Glimmer ausgezeichnet (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. 367 u. 388. 1903). Die ziegelroten sind meist als Eisenglanz, die violettbraunen als Titaneisen, die bei größter Dünne noch undurchsichtigen oder allenfalls rauchgrau durchsichtigen als Magneteisen gedeutet. In Glimmerplatten von „Madras“ wurden nun noch andere Eisenerze beobachtet, z. T. in Verbindungen mit den vorgenannten, die auch auf ihre Entstehung weiteres Licht werfen.

Eisenglanz.

Die Umrißlinien der gewöhnlich auf der Basis liegenden hexagonalen Täfelchen sind meist der optischen Achsenebene des Glimmers (Muscovit) parallel, zuweilen aber auch senkrecht dazu. Wenn also nicht etwa Blättchen von zweierlei Habitus vorliegen, kommen (den Glimmer als hexagonal genommen) zweierlei regelmäßige Stellungen zum Glimmer vor. Die auf der Basis liegenden Täfelchen sind hier noch dadurch von Interesse, daß sie nur z. T. optisch einheitlich sind; zuweilen enthalten sie massenhaft doppelbrechende, nicht sehr scharf begrenzte Streifen parallel oder auch senkrecht zu den Um-

rißlinien, die durchaus denen ähneln, welche in einheitlichen Täfelchen nach (0001) bei der vorübergehenden Umwandlung in Magnetit durch Erhitzen und seiner Rückumwandlung in Eisenglanz sich bilden (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXII. 523. 1911). Sie sind so zahlreich, daß sie die Vermutung nahelegen, daß der Eisenglanz hier durch Oxydation aus Magnetit (Einlagerung von Lamellen parallel seinen Oktaederflächen) entstanden, also mikroskopisch durchsichtiger Martit sei, daß man hier also das in durchfallendem Licht beobachten kann, was l. c. Taf. 14 Fig. 2 und 5 und Taf. 18 Fig. 28 im auffallenden Licht wiedergegeben ist¹. Vielfach erscheint der Eisenglanz auch in feinen, trigonal geordneten und zum Glimmer wie vorher orientierten Streifen, fast netzförmig.

Magnetit.

Dazu müssen außer einem Teil der undurchsichtigen Massen auch die rauchgrau bis braunen Blättchen gerechnet werden. Es ergibt sich dies daraus, daß sie beim längeren Erhitzen in ziegelroten Eisenglanz, vielfach mit den oben erwähnten Streifen, umgewandelt werden. Die Grenzen zwischen beiden sind dabei im allgemeinen scharf, ohne Übergänge in den Farben, aber meist unregelmäßig; nur zuweilen schreitet die Umwandlung deutlich in Linien parallel den Streifen vor. Auch natürliche Verwachsungen mit Eisenglanz sind häufig: Die Umrisse sind selten regelmäßig hexagonal, zuweilen beobachtet man, daß sich die kompakten Blättchen in lauter sehr feine, zierlich längs hexagonalen Linien angeordneten Pünktchen auflösen (Taf. VI Fig. 1 u. 3). Öfter erscheinen im kompakten Magnetit auch äußerst feine, scharf geradlinige Nadelchen eingeschlossen senkrecht und parallel zu seinen hexagonalen Umgrenzungen, von denen sich für die parallel und senkrecht (010) des Glimmers erstreckenden die Auslöschung als parallel zur Längsrichtung feststellen läßt. Sie

¹ Eine Photographie dieser sehr zierlichen und bei greller Beleuchtung bequem sichtbaren Struktur ist wegen der tiefroten Färbung (wie auch früher bei Martit-Dünnschliffen) nicht gelungen. Aus demselben Grunde erscheinen auch die übrigen hier wiedergegebenen Photographien viel dunkler als die Präparate selbst.

sind farblos und könnten, obwohl ihre Interferenzfarbe nur Weiß I. Ordnung ist, bei ihrer großen Feinheit doch Rutil sein. Bemerkenswert ist, daß sie sich nicht durchkreuzen. An manchen Stellen sind es leere Sprünge (z. B. an der abgebildeten Stelle Taf. VI Fig. 2), an anderen hat die Ausfüllungsmasse auch nicht paralleler Sprünge anscheinend gleiche Orientierung.

Goethit.

Er erscheint in unregelmäßig blätterig-faserigen Aggregaten und in kurzen Stengeln mit flachdomatischer Begrenzung, die als nach c verlängerte Tafeln parallel (100) mit Endbegrenzung durch (011) gedeutet wurden (Normalenwinkel der letzteren nach PHILLIPS $62^{\circ} 30'$). Diese Kriställchen sind aber meist zu vielfach höchst zierlichen und regelmäßigen sechs- oder zwölfstrahligen Sternen geordnet, wobei ein Arm stets parallel (010) des Glimmers liegt, während die anderen zugleich nahezu in Zwillingsstellung nach (011) sich befinden, eine Zwillingsbildung, die bisher zwar nicht am Goethit, wohl aber am verwandten Manganit beobachtet ist (Taf. VII Fig. 4). Durch Verkürzung der Arme der Sterne entstehen natürlich pseudo-hexagonale Täfelchen, die zwischen gekreuzten Nicols in sechs Sektoren zerfallen; durch starke Verlängerung und Durchkreuzung der Kreuzesarme dagegen wieder hexagonale Netzwerke von z. T. großer Feinheit.

Die Bestimmung als Goethit gründet sich außerdem auf die optischen Eigenschaften, die mit den unten mitgeteilten so weit übereinstimmten, wie bei der Überlagerung durch den Glimmer zu ermitteln war, namentlich auch hinsichtlich der anormalen Polarisationsfarben, die auch in den gleichzeitig mit dem Glimmer auslöschenden auftreten, also nicht durch die Überlagerung bedingt sind, ebensowenig durch die Eigenfarbe, da diese in den dünnsten Blättchen fast unmerklich wird. Da Blättchen von etwa 0,01 mm Dicke noch tief gelbbraun durchsichtig sind, dürften die feinsten, nahezu farblosen Blättchen kaum mehr als 1μ Dicke haben.

Der Goethit erscheint in derselben regelmäßigen Orientierung zum Glimmer auch kranzförmig um größere schwarze, nur hie und da am Rande rot durchscheinende Massen von

Eisenglanz, die (nach ihrer im reflektierten Licht sichtbaren Oberflächenstreifung) ebenfalls regelmäßig zum Glimmer und also auch zum Goethit orientiert sind. Diese Verwachsungen sind also ganz denen analog, welche vom Korund und Diaspor und Glimmer angegeben werden (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XVI. 384. 1903). Ferner findet sich Goethit namentlich auch radialstrahlig um kleine Eisenglanzkörnchen: zahlreiche kleine, dicht nebeneinandergelagerte Körnchen von rotem Eisenoxyd erscheinen so mit ihren radialstrahligen Hüllen von Goethit wie ein bunter Teppich. Ebenso kommt aber auch gelber, meist radialstrahliger Goethit mit tiefrotem Rand vor, der anscheinend nicht gewöhnlicher Eisenglanz ist, sondern eher entwässertem Goethit gleicht.

Bei längerem Erhitzen auf über 260° werden die in Glimmer eingeschlossenen gelben bis braunen, als Goethit angesprochenen Nadelchen nach und nach gelb- bis ziegelrot, bleiben dabei aber einheitlich doppelbrechend, soweit sie es vorher waren.

Eisenhydrogele.

In bunter Mischung mit den vorgenannten kristallinen Eisenoxyden und -hydroxyden finden sich eingeschlossen im Glimmer auch Massen, die als Eisenhydrogele angesprochen wurden, aber neben Eisenhydroxyd möglicherweise noch andere Stoffe enthalten. Manche erscheinen in fast genau kreisrunden, oft ineinander verfließenden Scheibchen bis zu etwa 0,03 mm Durchmesser, hellgelb bis ziegelrot, zuweilen auch bräunlich-grau, im unveränderten Zustande strukturlos oder nur mit Andeutungen konzentrisch-schaligen Baues, völlig isotrop, also abgeplatteten Tröpfchen gleichend (Taf. VII Fig. 5). Öfter aber zeigen Scheibchen von ähnlicher Größe und Anordnung in einer breiteren oder schmälere Zone oder auch bis zum Mittelpunkt einen Aufbau aus konzentrischen Fasern; seltener ist nur ein faseriger Kern vorhanden, aber der äußere Teil strukturlos, endlich kommt es auch vor, daß kristalline feinfaserige Teile auf eine ringförmige Zone beschränkt sind. Da in letzterem Falle kaum anzunehmen ist, daß diese mittlere Zone sich gerade durch ein Maximum oder Minimum im Wassergehalt auszeichnet, muß man wohl schließen, daß in dem kon-

zentrischen Schalenbau der isotropen Scheibchen sich Unterschiede nicht nur im Wassergehalt ausprägen.

Die Fasern der Scheibchen sind doppelbrechend, c parallel der Längsrichtung. Bei den durch und durch faserig-kristallinen Scheibchen fehlt öfter (bei den isotropen nie!) ein oder mehrere Kreissektoren, und je mehr dies der Fall ist und um so gröber die Fasern werden, die Kornvergrößerung also fortschreitet, desto mehr macht sich die vorher beim Goethit beschriebene Anordnung zu regelmäßigen Verwachsungen mit dem Glimmer unter Bildung sechs- oder zwölfstrahliger Sterne bemerkbar; dabei kommt es öfters vor, daß ein Teil des früheren Scheibchens noch deutlich kreisförmigen Umriß und sphärolithischen Bau zeigt, während der andere schon einen regelmäßigen Stern bildet (Taf. VII u. VIII Fig. 6, 7, 8). Die doppelbrechenden Fasern verhalten sich optisch und hinsichtlich der Wasserabgabe wie Goethit, die strukturlosen und noch ganz isotropen scheinen wesentlich nicht verschiedener Dicke ihre verschiedene Färbung zu verdanken, sondern verschiedenem Oxydationsgrad des Eisens, möglicherweise auch sonst verschiedener Zusammensetzung, namentlich verschiedenem Wassergehalt. Die hellgelben werden beim Erhitzen ziegelrot, während die ziegelroten unverändert bleiben (auch nicht kristallin werden).

Außer in diesen abgeplatteten Tröpfchen erscheint das Eisenhydrogel, vielleicht sogar in größerer Menge, in unregelmäßig begrenzten Partien, welche in ihrem unregelmäßig faserig-strahligen Bau Querschnitten durch Platten mit nierförmig-traubiger Oberfläche wie etwa bei Chalcedon gleichen.

Nach Vorstehendem darf man wohl annehmen, daß der Goethit nicht etwa gleichzeitig mit dem Glimmer gebildet, sondern, z. T. wenigstens, aus Eisenhydrogel entstanden ist, und zwar unter Beeinflussung des Habitus [tafelig nach (100)] und der Orientierung durch die Glimmoberfläche.

Bemerkenswert erscheint, daß die Goethitfasern im allgemeinen nicht von der Oberfläche der Geltröpfchen nach dem Innern zu gewachsen sind, sondern umgekehrt, indem vielleicht die Anregung zur Goethitbildung von einem Körnchen Eisenerz, um das sich das Gel bildete, ausging (von einem solchen Kern ist aber vielfach nichts mehr zu sehen).

Das nicht zentripetale Wachstum der Fasern folgt daraus, daß da, wo zwei Kreisscheibchen ineinander verfließen, die Grenze der Fasern ungefähr senkrecht zur Verbindungslinie der Kreismittelpunkte verläuft¹ (Fig. 1 a), während sie, wenn das Wachstum von jedem Punkte der Oberfläche nach allen Seiten erfolgt wäre, senkrecht dazu, wie in Fig. 1 b, verlaufen müßte, wobei also die Fasern in dem beiden Kreisen gemeinsamen Teile nach den Durchschnittspunkten der Oberflächen konvergieren müßten; letzteres wurde nirgends beobachtet.

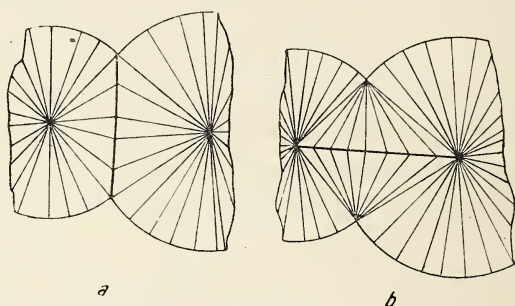


Fig. 1.

Fetzenförmige Körnchen von dunkelrotem Eisenoxyd im Mittelpunkte kreisrunder oder elliptischer Häutchen von Gel wurden nur selten beobachtet, Taf. VIII Fig. 9 stellt solche vor. Der Abstand der Grenze des Gelscheibchens vom nächsten Punkte des kristallinen Kernes beträgt etwa 0,025 mm, ist also etwa von den Dimensionen pleochroitischer Höfe. Die Farbe des Gels ist rauchgrau bis rötlichbraun, die Tiefe der Färbung nimmt nach der Peripherie zu ab. Da, wo der Glimmer im Niveau solcher Einschlüsse etwas aufgeblättert ist, sind die Kolloidscheibchen etwas zerbrochen und gegeneinander verschoben, ein Beweis, daß es sich nicht etwa um pleochroitische Höfe um Eisenerz handelt. Da, wo (wie in der Fig. 9) in der Nähe des Kolloids zahlreiche Goethitnadelchen liegen, reicht doch keines in das Gel hinein, es sieht vielmehr so aus, als ob innerhalb des Hofes eine Um-

¹ Vergl. POPOFF, Mineralog. Mitt. N. F. 23. 157. 1904, und JOHNSEN, Centralbl. f. Min. etc. 1909. 306.

bildung nicht nur des kristallinen Oxyds, sondern auch des Hydroxyds in Gel stattgefunden hat.

An anderen Stellen hat nun aber umgekehrt eine Umbildung des Gels in kristalline Massen stattgefunden, nicht nur, wie oben ausgeführt, in Goethit, sondern auch in Anhydrid. In den kolloiden Teilen gewahrt man nämlich zuweilen eine der fluidalen etwas ähnliche Struktur (Taf. IX Fig. 10), die anscheinend auf einer Zerreißung oder Sprungbildung infolge Quetschung beruht. Eine derartige, auf früher flüssigen oder gallertigen Zustand hinweisende Struktur zeigen nun palimpsestartig auch manche der zierlichen hexagonal geordneten Magnetitaggregate wie Taf. VI Fig. 1 und 3 (vergrößert in Taf. IX Fig. 11), hier hat also, wie beim Goethit, eine Umbildung von Gel in kristallines Anhydrid stattgefunden, das wieder unter dem Einfluß des Glimmers regelmäßige Lagerung angenommen hat. Es erinnert dies einigermaßen an die Orientierung sogen. flüssiger Kristalle (die ja von manchen auch als disperse Systeme angesehen werden) zur Oberfläche von Glas.

Von den Erzeinschlssen wird man die größeren und kompakten Massen für älter als Glimmer, also als wirklich „eingeschlossen“ betrachten dürfen; die in feinen Häutchen längs den Spaltdurchgngen verbreiteten werden dagegen erst später aus ihnen entstanden sein. Möglicherweise war aber ein Teil des Eisens der letzteren ursprünglich ein Bestandteil des Glimmers selbst, wenn dieser nämlich zu den „gebleichten“ gehört, wie sie ja in manchen Eruptivgesteinen (z. B. Lenneporphyrten) allein noch angetroffen werden; die orientierten Erzeinschlsse wären dann auch ihrer Herkunft nach den orientierten Rutilndelchen zu vergleichen. Daß bei einer solchen Bleichung des Glimmers auch farblose Zeretzungsprodukte entstehen und z. T. ebenfalls zur Ablagerung gelangen, ist wohl sehr wahrscheinlich, aber sie werden sich, soweit sie amorph bleiben, selbst der mikroskopischen Beobachtung leicht entziehen. Die von Natur zu ausgezeichneten mikroskopischen Präparaten geformten eisenreichen Umbildungsprodukte dürfen aber darauf hinweisen, daß kolloide Substanzen weiter, wenn auch meist in nur geringen Mengen, verbreitet sind, als nach Maßgabe der mikroskopischen Unter-

suchung meist angenommen wird. Ihr Wesen ist nach GRAHAM der Wechsel¹, d. h. die Geschwindigkeit, mit welcher sie in andere Zustände übergehen, ist außerordentlich groß gegenüber der Umsetzungsgeschwindigkeit der natürlich vorkommenden kristallinen Phasen, ihre Bedeutung daher keine geringe, wenn man sie durch die Menge der in der Zeiteinheit aus ihnen hervorgehenden Neubildungen mißt.

Optische Eigenschaften des Goethit.

Nach den Angaben von PELIKAN² liegen die optischen Achsen für Gelb und Grün in (001) mit \bar{b} als negativer spitzer Bisektrix, für Rot dagegen in (100) um dieselbe Bisektrix. Er maß u. d. M.

$$2E = -58^{\circ} 31' \text{ rot} \\ + 67 \ 42 \text{ gelb.}$$

Demnach besteht also eine außerordentlich große Dispersion der optischen Achsen. Da nur dünne Spaltblättchen hinreichend durchsichtig sind, und wenn sie homogen sein sollten, kaum in der Größe von mehr als ca. $\frac{1}{2}$ qmm zu erhalten waren, wurde versucht, die Wellenlänge, für welche Einachsigkeit herrscht, indirekt etwas schärfer zu bestimmen.

Hinreichend dünne (d. h. von etwa 0,02 mm abwärts) Spaltblättchen nach (010) zeigen zwischen gekreuzten Nicols im parallelen Licht eine schön tiefgrüne Farbe, um so reiner, je dünner das Blättchen ist; in etwas dickeren Blättchen vermischt mit dem bräunlichgelben Ton im gewöhnlichen Licht³. Diese Farbe ist keine gewöhnliche Interferenzfarbe der NEWTON'schen Skala (ein ähnliches, aber lichtereres Grün tritt unter den Farben III. Ordnung auf), sondern rührt daher, daß der Goethit für eine gewisse Wellenlänge im Rot einachsigt ist, daher dieses Rot, und nur dieses, also dem durchgegangenen Licht fehlt⁴. Die Zerlegung mit dem Spektralkular zeigt in der Tat einen dunklen Streifen bei 605 $\mu\mu$.

¹ GRAHAM, Phil. Trans. Roy. Soc. London f. 1861. 151. 184. 1862. „Their existence is a continued metastasis.“ „The colloidal is a dynamical state of matter, the crystalloidal being the statical condition.“

² Mineralog. Mitt. N. F. 14. 1. 1895.

³ Ein besonders starkes Absorptionsgebiet und Absorptionsstreifen waren bei spektraler Untersuchung nicht zu erkennen; bis 450 $\mu\mu$ wird noch Licht durchgelassen.

⁴ Vergl. auch LIEBISCH, Gött. Nachr. 1893. p. 265.

Bei der intensiven Beleuchtung des Blättchens mittelst Nernstlampe fiel es bald auf, daß sich der dunkle Streifen infolge der merklichen Erwärmung merklich verschob (zwischen 23° und 28° von $610 \mu\mu$ nach etwa $600 \mu\mu$), und die Beobachtung unter dem Erhitzungsmikroskop zeigte, daß schon bei mäßiger Erhitzung der dunkle Streifen durch das ganze Spektrum wanderte, um im Violett zu verschwinden. Dementsprechend änderte sich die Farbe des Blättchens beim Erwärmen zwischen gekreuzten Nicols von tiefgrün in tiefrot, kehrte aber beim Erkalten wieder zurück¹.

Da es nicht möglich war, die Temperatur u. d. M. wegen der durch die Kleinheit des Blättchens geforderten stärkeren Vergrößerung hinreichend genau zu messen, wurde versucht, die optischen Eigenschaften im Achsenwinkelapparat weiter zu verfolgen unter Benutzung der von R. FUESS nach den Angaben von SCHREIBER (dies. Jahrb. Beil.-Bd. XXXVII. 270. 1914) hergestellten Erhitzungsvorrichtung zum WÜLFING'schen Achsenwinkelapparat.

Es zeigte sich, daß sich mit Hilfe dieser Vorrichtung die Temperatur allerdings ziemlich gut konstant halten läßt, daß aber innerhalb des Ofens, auch bei möglichst weitgehendem Abschluß der oberen Öffnung, ein sehr beträchtliches Temperaturegefälle von unten nach oben besteht². Es ist daher

¹ Der schwarze Streif im Spektrum wird um so schärfer begrenzt sein, je stärker die Dispersion der optischen Achsen ist. Beim Syngenit, dessen Blättchen // (100) von einer gewissen Dicke an abwärts Lavendelblau zwischen gekreuzten Nicols zeigen (bei gewöhnlicher Temperatur ist $\rho < \nu$), vertieft sich diese Farbe beim Erhitzen, geht über in Rötlichviolett und schließlich in Orange. Im Spektrum aber sieht man beim Erhitzen bis zur Einachsigkeit, wegen der erheblich geringeren Dispersion, nur einen dunklen breiten Schatten vom Rot zum Violett wandern. Daß der schwarze Streif beim Goethit beim Wandern bis zum Violett so scharf bleibt, zeigt, daß die Dispersion auch bei höherer Temperatur bis zum Eintritt der Einachsigkeit für Violett noch sehr groß bleibt.

² Das Thermoelement gab z. B. beim Eintauchen bis nahezu zum Boden 200° , beim Eintauchen bis 10 mm unterhalb des Deckels dagegen nur 150° . Dieser große Unterschied ist allerdings z. T. darauf zurückzuführen, daß die Mißweisung des benützten Kupfer-Konstantan-Elementes, welches auf 20 cm Eintauchtiefe geeicht war, im ersten Falle $11,5^{\circ}$ kleiner war als im letzteren. Auch für diese Mißweisung des Elementes ist an den Zahlen der folgenden Tabelle eine Korrektur angebracht.

durchaus nötig, das Thermoelement in unmittelbare Nachbarschaft des Präparates zu bringen. Immerhin werden beim Goethit die aus der ungenauen Temperaturmessung entspringenden Fehler noch jene übertreffen, welche von der tiefen Färbung und Kleinheit des Blättchens und der dadurch veranlaßten geringen Helligkeit des Interferenzbildes herühren, wenigstens dürfte dies für die Messungen im relativ hellen Lichte der gelben Quecksilberlinien zutreffen.

Das benutzte Blättchen stammte von „Oberkirchen“¹ und zeichnete sich durch große Homogenität und Ebenheit der Spaltfläche aus, es war allerdings noch nicht 1 qmm groß².

Gelbe Quecksilberdoppellinien 577 und 579 $\mu\mu$.

t = 12,0	2 E = 83° 31'
18,7	76 51
22,5	73 53
31,0	63 14
36,0	51 36
45,7	43 17
55,7	24 05
59,0	0 ca.
74,1	— 46 02
88,0	66 37
102,5	96 11
116,3	119 20?

Die nach vorstehenden Zahlen konstruierte Kurve läßt Einachsigkeit bei etwa 63° erwarten, während sie bei etwa 59° beobachtet wurde. Indessen muß bemerkt werden, daß die Kurve wenig glatt verläuft und daß andererseits der Eintritt der Einachsigkeit wegen der Verschwommenheit des Interferenzbildes nur ungenau beobachtet werden konnte³.

¹ Über diesen Fundort vergl. die Bemerkungen bei HINTZE, Handbuch I. 2. p. 1996.

² Durch Schleifen konnten größere brauchbare Präparate nicht erhalten werden, da die Blättchen bei der erforderlichen großen Dünne sich nicht so vollkommen polieren ließen, wie es zur Erreichung hinreichend scharfer Interferenzkurven notwendig ist.

³ Das Interferenzbild war in Monobromnaphthalin etwas deutlicher, es wurde gemessen:

$$t = 19,2^\circ \quad 2H = 48^\circ 26' \quad 2E = 77^\circ 49' \text{ (gelbe Hg-Linien),}$$

$$t = 18,6 \quad 63 \quad 28 \quad 122 \quad 31 \text{ (grüne Hg-Linie) (546 } \mu\mu),$$

also etwa 45° Dispersion für nur ca. 32 $\mu\mu$ Unterschied!

Messungen für die grüne Hg-Linie ($546 \mu\mu$) ergaben zwischen 24° und 51° eine Abnahme von $2E$ von etwa 118° auf 76° , indessen war das Interferenzbild so dunkel, daß eine sichere Einstellung auf die Hauptisogyre nicht mehr möglich war. Noch mehr gilt dies für die Beobachtung im roten Licht.

In eben durchscheinendem Schliff // (100) (von ca. 0,1 mm Dicke) erkennt man im Na-Licht $b // \bar{c}$, $a // \bar{b}$; im weißen Licht für Schwingungen // \bar{c} dunkel olivengrün, $\perp \bar{c}$ gelbbraun; bei 0,025 mm Dicke ist das Blättchen bequem durchsichtig, // \bar{c} oliven-grüngelb, $\perp \bar{c}$ heller gelbbraun; derartige Blättchen geben noch hohe Interferenzfarben (4.—5. Ordnung), die Doppelbrechung ist also sehr hoch.

Anderere Vorkommen von Goethit. Die tiefgrüne Farbe dünnster Goethitblättchen // (010) zwischen gekreuzten

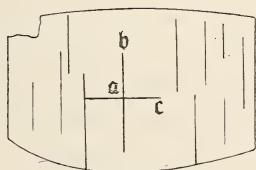


Fig. 2.

Nicols und ihre vorübergehende Änderung in tiefrot bei Temperaturänderung lassen Goethit leicht erkennen und namentlich vom Lepidokrokot (Rubinglimmer) unterscheiden. Ebenso wie Blättchen von Oberkirchen verhielten sich solche aus dem obersten Rhätkeuper nördlich von Moringen (Hannover), von Martenberg bei Adorf, von Oberholndorf und anderen Vorkommen der Umgegend von Zwickau, von Przibram, Lostwithiel, Katharinenburg, von Pikes Peak und Crystal Peak bei Florissant (Col.).

Abweichend verhält sich, wie zuerst LACROIX¹ erkannte, der sogen. Rubinglimmer von Eiserfeld bei Siegen. Es scheint mir zweifelhaft, ob die Blättchen geometrisch mit denen von Goethit vergleichbar sind. Die mir vorliegenden hatten die Form sehr dünner Täfelchen, wie Fig. 2: Streifung und geradlinige Kante // b , im Na-Licht negative (? stumpfe) Bisektrix senkrecht zum Blättchen, Achsenebene senkrecht zur

¹ Mineralogie de Fr. III. 361. 1901.

Streifung, im weißen Licht keine deutliche Dispersion erkennbar; die Doppelbrechung erscheint nach der trotz der Dünne der Blättchen noch sichtbaren Zahl der Kurven gleichen Gangunterschiedes sehr stark, die dünnsten Blättchen lassen im Spektralkular zum Unterschied von Goethitspaltblättchen zwischen Rot und $570 \mu\mu$ noch vier schwarze Streifen erkennen. Die Doppelbrechung durch die Tafelfläche nimmt beim Erwärmen etwas ab, die Grenze des Absorptionsgebietes rückt vom Blau bis zum Gelb vor. Sie enthalten eingewachsen kleine, undurchsichtige, anscheinend radialstrahlig gebaute Kügelchen von ?Brauneisen und hexagonale Blättchen von Eisenglanz, es sind also hier kristalline Oxyde und Hydroxyde und Hydrogele von Eisen nebeneinander entstanden.

Zum weiteren Unterschied von Goethit (vergl. folg. Seite) werden die Blättchen beim Erhitzen oberflächlich schwarz, fälteln sich und sind nur an den dünnsten Stellen noch rot durchsichtig, aber noch stark doppelbrechend, Auslöschung wie vorher, indessen sind zahlreiche schräg zur Streifung gelegene feine, optisch anders orientierte Streifen entstanden, sie sind also wohl nicht mehr homogen.

Abweichend vom vorigen wie vom natürlichen und entwässerten Goethit verhalten sich kurzstrahlig-faserige Massen, die Lagen parallel der Oberfläche von nierförmigem Brauneisen im Mühlental bei Elbingerode bilden. Indessen war nähere Untersuchung bei der geringen Menge des vorliegenden Materials ausgeschlossen.

Entwässerung des Goethit.

Die als Goethit angesprochenen Kriställchen und Fäserchen im Glimmer von Madras veränderten sich nicht nach längerem Erhitzen bis 250° ; oberhalb 260° dagegen waren sie ziegelrot geworden, aber noch lebhaft doppelbrechend, indessen, soweit bei der Tiefe der Färbung erkennbar, ohne anormale Interferenzfarben, c parallel der als \hat{c} aufgefaßten Richtung. Die Änderung der Färbung und Doppelbrechung trat nach Beobachtungen unter dem Erhitzungsmikroskop allmählich ein. Die Kriställchen verhielten sich also insofern zeolithähnlich, als sie im ursprünglichen und veränderten Zustande derselben Phase angehörten.

Dasselbe bemerkenswerte Verhalten zeigt nun in der Tat auch der Goethit. Er soll der Formel $\text{FeO}(\text{OH})$ entsprechend 10,12 % H_2O enthalten. Die im folgenden aufgeführten Erhitzungszeiten und Wasserverluste (in Gew.-%) sind jene, nach denen für die betreffende Temperatur jedesmal ganz oder sehr nahezu Gewichtskonstanz eingetreten war.

I. Grob zerkleinerter Goethit von Crystal Peak, der bei 126° ohne merklichen Gewichtsverlust getrocknet war.

II. Ebenso von Oberkirchen.

I.		II.	
3 St.	153° 0,04 %	15 St.	250° 0,12 %
5 "	192 0,05	27 "	273 5,46
18 "	221 0,10	24 "	293 9,44
15 "	240 0,21	2 "	328 9,44
7 "	244 0,24	1 "	> 328 9,62
15 "	255 0,78		
3 "	264 0,90		
3 "	282 1,37		
21 "	303 7,77		
24 "	305 9,62		
23 "	322 9,70		
23 "	354 9,70		
16 "	376 9,72		
4 "	> 376 10,38		

Da danach der Wasserverlust etwas später eintritt als in den feinen, im Glimmer eingeschlossenen Blättchen, wurde noch eine zweite, höchst fein gepulverte Probe von Crystal Peak entwässert, mit dem unter III aufgeführten Ergebnis; der Wasserverlust wird danach durch Vergrößerung der Oberfläche in der Tat etwas beschleunigt.

III.

1 St.	132° 0,19 %
16 "	220 0,54
22 "	275 6,28
7 "	304 9,51
16 "	353 9,74
22 "	400 9,79
$\frac{1}{2}$ "	> 400 10,06

In allen ist aber eine stufenweise Abgabe nicht zu erkennen. Das bis 354° erhitzte Pulver nahm über Wasser nur noch 0,04 % wieder auf, auch das dürfte aber nur hygroskopisch sein, da es z. T. schon bei längerem Stehen an der

Luft und vollständig nach längerem Erwärmen auf 101° wieder abgegeben wurde.

Erst nach dem erheblichen Wasserverlust von ca. 6% oberhalb 250° war eine merkliche Veränderung der optischen Eigenschaften eingetreten, nämlich eine Verfärbung in tief gelbrot; zugleich zeigen die feinsten Blättchen zwischen gekreuzten Nicols nicht mehr das charakteristische Grün, wohl aber noch einheitliche Auslöschung, anscheinend c parallel der früheren Vertikalachse und starke Doppelbrechung, Farbe parallel dieser Richtung etwas dunkler als senkrecht dazu, an den dünnsten Stellen hellgraugelb, die Färbung wird beim Erhitzen erheblich dunkler. Im konvergenten Na-Licht erkennt man Interferenzkurven wie um eine sehr stumpfe Bisektrix oder optische Normale.

In allen diesen Eigenschaften gleichen die entwässerten Goethitblättchen nach (010) einem senkrecht (0001) getroffenen Eisenglanz; läge dessen optische Achse senkrecht zu (100) des Goethit (etwa in der Orientierung der Kanten wie in den Glimmereinschlüssen), so müßten nach (100) geschnittene und entwässerte Blättchen von Goethit zwischen gekreuzten Nicols dunkel bleiben. Solche Blättchen sind nun sehr wenig durchsichtig, anscheinend aber nicht ganz isotrop, so daß die Natur des Entwässerungsprodukts zweifelhaft bleibt, um so mehr, als auch die entwässerten Blättchen nach (010) nicht ganz strukturlos zu sein scheinen, vielmehr eine feine Riffelung senkrecht c erkennen lassen, die nach starkem Glühen noch deutlicher wird. Es mag das damit zusammenhängen; daß das entstandene Eisenoxyd das stehengebliebene Goethitgerüst nur locker erfüllt, denn seine Dichte ist erheblich unter der des Eisenglanzes (5,25 ca.). Es wurde nämlich ermittelt für die Dichte:

Goethit von Oberkirchen	4,481;	entwässert	4,524,
„ „ Crystal Peak	4,193;	„	4,318.

Dem Material von Crystal Peak sind zwar wenige kleine, anscheinend tonige Körnchen beigemengt, diese können aber nicht den beträchtlich größeren Wassergehalt und die geringere Dichte gegenüber dem durchaus „reinen“ (d. h. homogenen) Material von Oberkirchen veranlassen. Es wird vielmehr

wahrscheinlich, daß der Wassergehalt und Dichte etwas schwanken können¹.

Bei der Entwässerung verliert 1 ccm des Materials von Crystal Peak 0,435 g Wasser, wenn also keine Kontraktion einträte, müßte die Dichte nach der Entwässerung 3,758 sein; statt dessen wurde gefunden 4,318, es hat also unter Erhaltung der Einheitlichkeit der kristallinen Struktur eine erhebliche Verdichtung von 1 auf 1,149 stattgefunden. Beim Goethit von Oberkirchen berechnet sie sich auf 1,117, d. i., gleichmäßig auf drei zueinander senkrechte Parameter berechnet, auf jeden etwa 4 %. Wäre das Entwässerungsprodukt kompakter Eisenglanz, so müßte die Verdichtung eine erheblich stärkere sein, nämlich für Crystal Peak 1,252, für Oberkirchen 1,172. Es scheint mir nicht ratsam, für solche Entwässerungsprodukte neue Namen einzuführen.

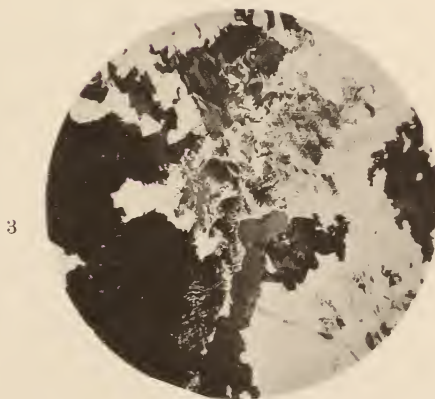
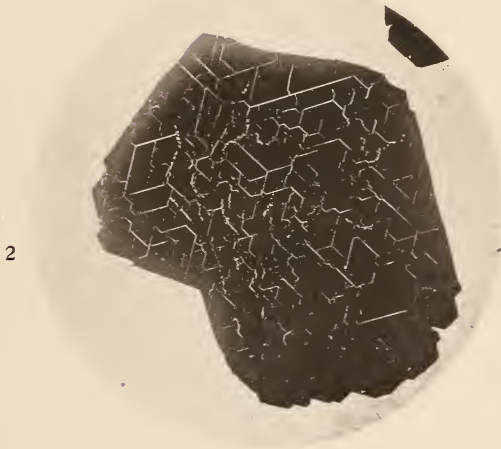
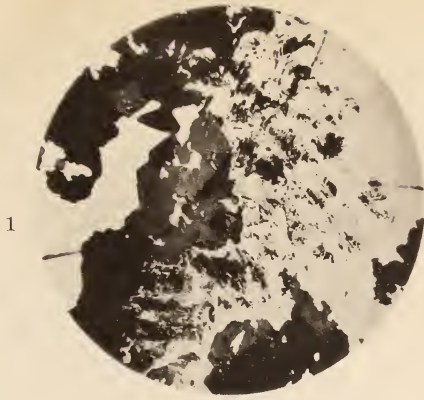
¹ Auch nach RAMMELBERG (Mineralchemie. 1875. p. 184) ist der Wassergehalt des „Lepidokrokit“ von Oberkirchen nur 9,47 %, während für Lostwithiel 10,07 gefunden wurde.

Tafel-Erklärungen siehe umstehend.

Tafel-Erklärungen.

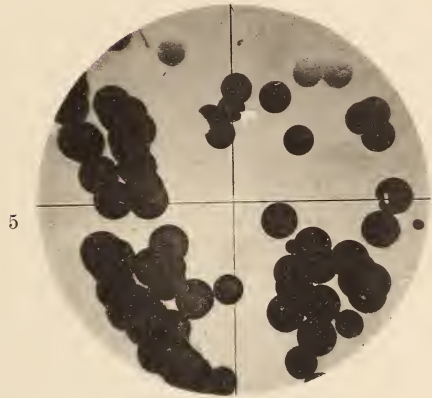
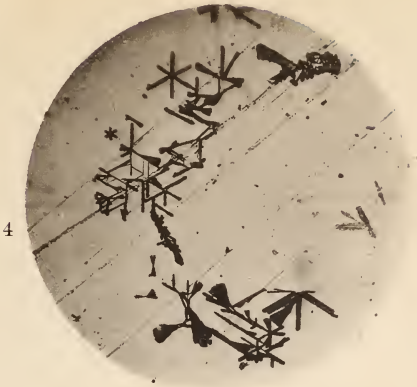
Tafel VI—IX.

- Fig. 1 u. 3. Magnetit in Glimmer; Auflösung kompakter Massen in hexagonal geordnete kleine Blättchen.
- „ 2. Magnetit mit feinen Sprüngen, meist senkrecht zum Umriß.
- „ 4. Goethit in sternförmigen, zwillingsartigen Aggregaten in regelmäßiger Stellung im Glimmer.
- „ 5. Tröpfchen (abgeplattet) von Eisenhydrogel.
- „ 6—8. Radialstrahliger Goethit, pseudomorph nach den Gelscheibchen, und Übergänge in hexagonale Sterne; in Fig. 7 stärker vergrößert.
- „ 9. Von Goethit freie Gelhöfe um rote (im Bilde schwarze) Körner von Eisenoxyd.
- „ 10. Eisenhydrogelscheibchen mit flußlinienähnlichen Sprüngen (der untere Rand in faserig-strahligen Goethit verwandelt).
- „ 11. Wie Fig. 1 u. 2, stärker vergrößert, um die flußlinienähnlichen Sprünge des ursprünglichen Gels zu zeigen.



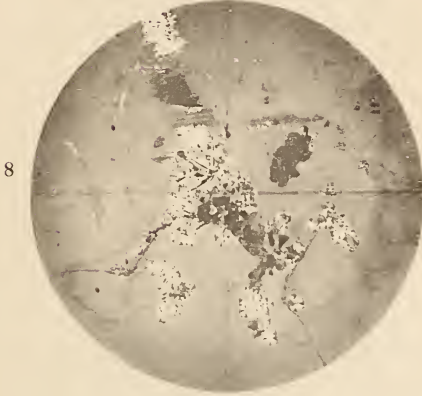
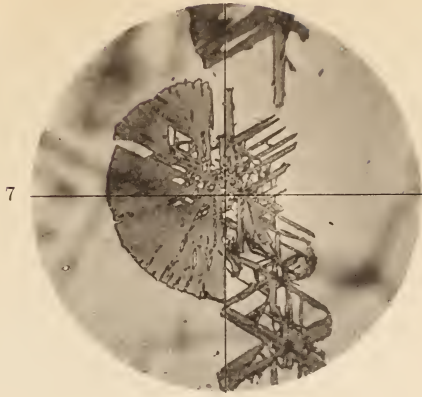
Carl Ebner, Kunstanst., Stuttgt.

O. Mügge: Einlagerungen von Eisenerzen in Glimmer.



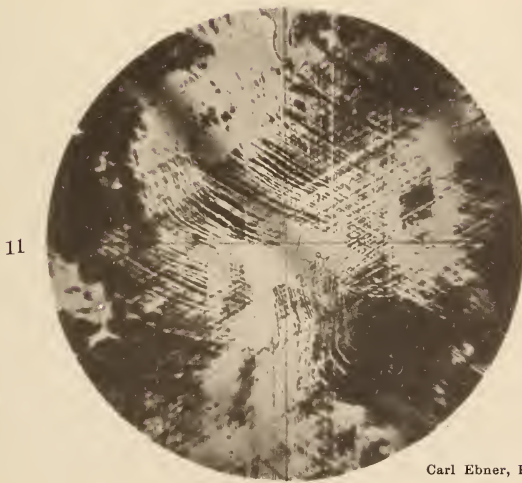
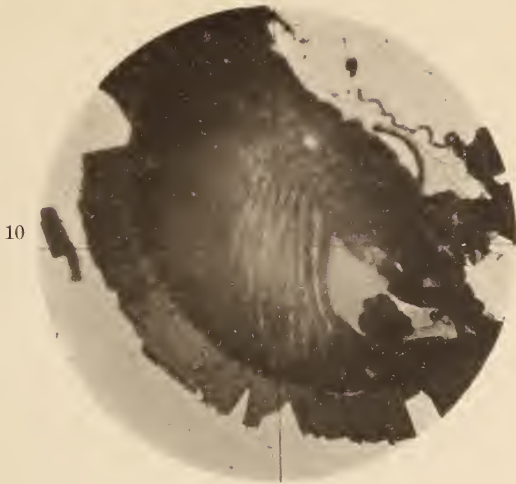
Carl Ebner, Kunstanst., Stuttgt.

O. Mügge: Einlagerungen von Eisenerzen in Glimmer.



Carl Ebner, Kunstanst., Stuttgt.

O. Mügge: Einlagerungen von Eisenerzen in Glimmer.



Carl Ebner, Kunstst., Stuttg.

O. Mügge: Einlagerungen von Eisenerzen in Glimmer.

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: 1916

Band/Volume: [1916](#)

Autor(en)/Author(s): Mügge Johannes Otto Conrad

Artikel/Article: [Zur Kenntnis der Einlagerungen von Eisenerzen in Glimmer und einiger Eigenschaften des Goethit. 55-70](#)