

Fig. 1.

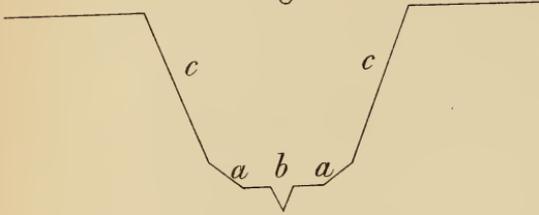


Fig. 2.

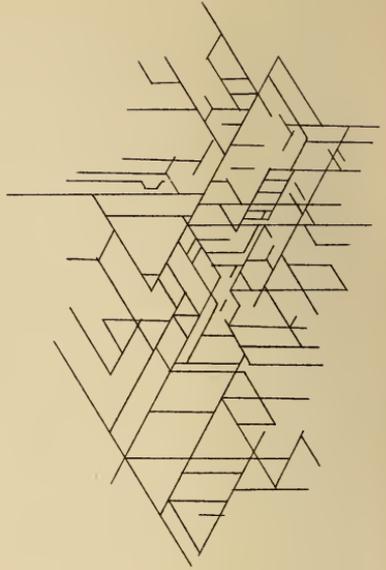


Fig. 3.

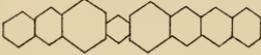


Fig. 4.

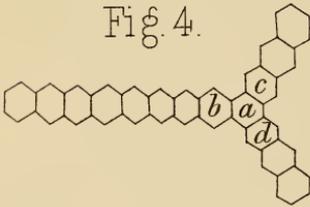


Fig. 5.

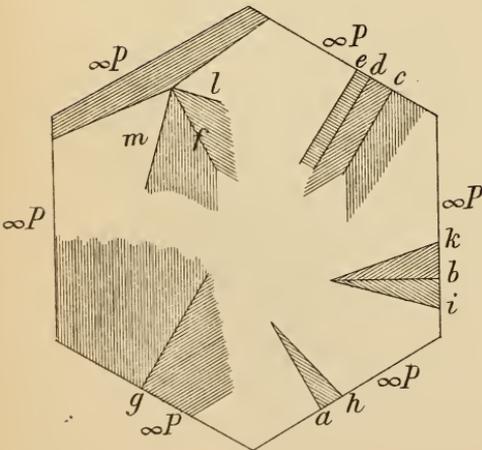
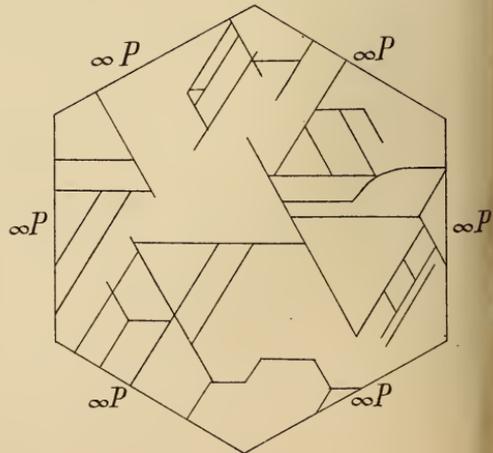


Fig. 6.



Beitrag zur Kenntniss des Magnetkieses.

Von

August Streng in Giessen.

Mit Tafel V.

In einer Arbeit über den Silberkies von Andreasberg* habe ich die Vermuthung ausgesprochen, der Magnetkies könne möglicher Weise rhombisch und zugleich isomorph mit Akanthit und mit Silberkies sein. Die hexagonale Form würde unter diesen Umständen durch Zwillings- resp. Drillingsbildung nach ∞P (110) erklärbar sein und man würde den Silberkies als eine isomorphe Mischung von Akanthit und Magnetkies betrachten können. Es wurde dort auch der Nachweis geführt, dass die Winkel des Magnetkieses mit denjenigen des Silberkieses und des Kupferglanzes sehr nahe übereinstimmen. VRBA** hat sich später dieser Vermuthung angeschlossen. Die von ihm vorgenommenen Winkelmessungen an einem Magnetkieskryställchen aus Brasilien gaben ihm, obgleich nur annähernde Werthe erhalten wurden, die Veranlassung, für den Magnetkies das rhombische System in Anwendung zu bringen.

Später hat auch FRENZEL*** das rhombische System beim Magnetkies für wahrscheinlich erklärt. Er führt dafür eine Stufe von Morro Velho in Brasilien an, wo neben scheinbar hexagonalen

* Dies. Jahrbuch 1878, p. 785.

** Zeit. f. Krystall. III, p. 190

*** Mineral. und petrogr. Mitth. III, p. 296.

Krystallen der Form ∞P (0001), ∞P (10 $\bar{1}$ 0) auch ein Drilling gefunden wurde, der dem Aragonit-Drilling der Fig. 10 in NAUMANN-ZIRKELS Elementen der Mineralogie entsprechen soll. Ferner hatte er ein sehr schönes Kryställchen von der Grube „junge hohe Birke“ an Prof. SCHRAUF zur Messung übersandt und erhielt von diesem folgende Antwort: „Die Winkel sind nur annähernd, denn selbst die scheinbar ebenen Flächen sind gebrochen und zeigen einspringende Winkel. Mit aller Reserve glaube ich sagen zu können, dass nicht alle Säulenflächen gleich geneigt sind, sondern dass man unterscheiden könnte die Winkel ∞P : $\infty P = 124^\circ$ und $\infty P : \infty \check{P} \infty = 116^\circ$.“

1) Krystallmessungen.

Als ich vor einiger Zeit von Herrn HARRÉS in Darmstadt ein Magnetkieskryställchen von Auerbach freundlichst zugeschickt erhielt, dessen Prismenflächen sich zu Winkelmessungen zu eignen schienen, glaubte ich, durch Messung einen Beitrag zur Frage der Krystallform des Magnetkieses liefern zu können.

Das Kryställchen war eingewachsen in einem Gemenge von derbem Granat mit körnigem Kalk und stammte von der Hauptgrube östlich von Auerbach. Es stellt die hexagonale Combination ∞P (0001), ∞P (10 $\bar{1}$ 0) dar. Untergeordnet tritt noch eine Pyramide auf, wahrscheinlich P (10 $\bar{1}$ 1). Die Prismen- und Pyramidenflächen waren horizontal stark gestreift, erstere waren aber dabei recht glänzend; gleichwohl gaben drei benachbarte Flächen nur ein verwischtes Bild des durch eine Gasflamme beleuchteten Lemniscatenspalts, zwei andere gaben sehr lichtschwache, stark verwischte Bilder. Es war daher nicht zu erwarten, dass sehr genaue Resultate erhalten werden würden. Jede Messung wurde 5 Mal wiederholt und das Mittel hieraus genommen. Es wurden folgende Winkel erhalten:

1tes ∞P : 2tem ∞P	=	$120^\circ 53'$	(Differenz v. Max. u. Min. = $6'$)
2 " " : 3 " "	=	$121^\circ 11'$	(" " " = $5'$)
3 " " : 4 " "	=	$120^\circ 6'$	(" " " = $17'$)
1 " " : 3 " "	=	$62^\circ 6'$	(" " " = $9'$)
1 " " : 4 " "	=	$2^\circ 16'$	(" " " = $10'$)

Dieses Resultat ist in keiner Weise ein entscheidendes. Die Winkel nähern sich zwar denjenigen eines hexagonalen Prismas,

sind aber doch nicht damit übereinstimmend; auf der andern Seite müssten aber auch, wenn rhombische Zwillings- oder Drillingsbildung vorläge, die Winkel eine gewisse Übereinstimmung oder symmetrische Vertheilung zeigen, was eben auch nicht der Fall ist. Man ersieht hieraus, dass bei diesem Magnetkiese Unregelmässigkeiten der Krystallbildung vorhanden sind, die es selbst bei einem anscheinend so gut ausgebildeten Krystalle unmöglich machen, genaue Winkelangaben zu erhalten.

Auch ein kleiner hübscher Krystall von Andreasberg, dessen Säulenflächen zum Theil recht gut entwickelt waren, wurde der Messung unterworfen. Die 1. und 2. Säulenfläche gaben als Mittel aus 10 Messungen: $120^{\circ} 6'$ bei einer Differenz von $5'$ zwischen Maximum und Minimum. Beide Flächen reflectirten in das Fernrohr statt des Lemniscatenspalts einen schmalen Lichtstreifen. Da die dritte Säulenfläche ein sehr verschwommenes Bild gab, so waren auch die Resultate wenig Vertrauen erweckend; es wurde für den Winkel der 2. und 3. Prismenfläche erhalten $120^{\circ} 26'$. Diese Resultate stehen nun den Winkeln des hexagonalen Systems bedeutend näher, sind aber immer noch nicht scharf genug, um für dieses Krystallsystem beweisend zu sein. Beiläufig sei bemerkt, dass dieser Krystall von Andreasberg das 2. Prisma ∞P_2 ($11\bar{2}0$), sehr schön zeigte.

Stellt man neben diese Resultate die von VRBA für die Prismenwinkel erhaltenen Werthe $118^{\circ} 35'$, $123^{\circ} 34'$ und $123^{\circ} 45'$, sowie die von SCHRAUF erhaltenen Zahlen 116° und 124° , so wird man erkennen, wie schwankend diese Werthe sind und wie wenig man wird hoffen können, durch Winkelmessung allein das Krystallsystem des Magnetkieses zu bestimmen.

2) Ätzung mit Säuren.

Es wurde nun der Versuch gemacht, durch Ätzung mit Säuren die Frage nach dem Krystallsystem des Magnetkieses der Entscheidung näher zu bringen. Die hiesige mineral. Sammlung ist im Besitze eines sehr schönen Stückes von Bodenmaiser Magnetkies, welches aus lauter glatten und glänzenden, meist auch ziemlich ebenen Schalen besteht. Diese sind offenbar dem basischen Pinakoide parallel. Eine Anzahl derselben wurde der Ätzung mit kochender Salzsäure unterworfen und zwar zunächst

5 Secunden, dann 10, 20, 30 etc. Secunden lang. Auch kalte concentrirte Salzsäure kann angewendet werden, sie muss nur längere Zeit wirksam sein. Auch Schwefelsäure und Salpetersäure wirken in ähnlicher Weise auf den Magnetkies, wie Salzsäure.

Als ich zum ersten Male eine schwach geätzte Platte unter das Mikroskop brachte, um das Präparat bei auffallendem Lichte zu beobachten, war ich erstaunt, keine Ätzfiguren zu sehen, sondern drei Systeme scharfer gerader Linien, die sich unter 120 resp. 60° schneiden, wie sich aus einer ganzen Reihe mikroskopischer Messungen ergab. Die Linien jedes Systems sind dabei einander vollkommen parallel, aber von sehr verschiedener Länge; kein System ist vor dem andern vorwaltend und die ganze Tafel ist gleichmässig mit diesen Linien bedeckt. (Vergl. Fig. 2.) Nirgends ist etwas zu sehen, was wie eine Zwillingennaht aussähe, an der etwa die Linien absetzten. Die parallelen Linien liegen verschieden weit auseinander, z. B. 0,015 mm oder 0,06 mm etc. An einigen Stellen durchkreuzen sich die Linien verschiedener Systeme, an andern setzt die eine an der andern ab. Der zwischen den Linien liegende Raum ist am Anfange bei kürzerer Einwirkung der Säure, nicht geätzt; lässt man sie aber längere Zeit einwirken, dann stellen sich anscheinend rundliche oder hexagonale, zunächst flache Vertiefungen ein, die sich aber öfters in tiefere Löcher verwandeln, welche sechseckige Umrisse und mitunter einen Durchschnitt haben ähnlich wie Fig. 1. Vom Rande des Eindruckes fallen zunächst die Wände bei c steil ab; der Vorsprung bei a besteht aus 6 schwächer geneigten, durch Lichtreflex deutlicher hervortretenden Flächen, welche dem durchaus hexagonalen oberen Rande des Eindruckes entsprechen. Unter a findet sich mitunter noch eine scheinbar horizontale Fläche, in deren Mitte bei b sich zuweilen eine spitz auslaufende Vertiefung befindet, die vielleicht ebenso wie die horizontale Fläche einer unterliegenden Schale angehört. Diese tieferen und die flacheren Ätzeindrücke erfüllen schliesslich die ganze Fläche und machen sie rauh. Sie haben, soweit sie deutlich und scharf begrenzt hervortreten, sämmtlich die gleiche Stellung, so dass alle Seiten der Hexagone einander parallel sind. Deutlich ausgebildete tiefere Eindrücke hatten einen Durchmesser

von etwa 0,12 mm; beim Beginne der Ätzung ist derselbe aber meist kleiner und auch bei stärkerer Ätzung finden sich kleinere Eindrücke neben grösseren, die sich dann gegenseitig in ihrer Entwicklung stören und dadurch der Regelmässigkeit entbehren.

Bei sehr starker Ätzung bilden sich ausser den Vertiefungen auch kreisrunde Warzen aus; ferner erkennt man, dass häufig kleine würfelförmige Krystalle sowie nierenförmige Partien von Schwefelkies und unregelmässige Kryställchen von Cordierit und von Granat eingesprengt vorkommen.

Bei einzelnen deutlicheren Ätzeindrücken war es möglich, die Winkel der hexagonalen Umgrenzung unter dem Mikroskop annähernd zu bestimmen. Selbstverständlich ist bei solchen sehr kurzen Linien eine sichere Einstellung ganz unmöglich und die erhaltenen Werthe können keinen Anspruch auf Genauigkeit machen. Die 6 Winkel verschiedener Hexagone schwankten bei diesen Messungen zwischen 116 und 124°. Dabei treten aber in den Winkelverschiedenheiten Eines Eindrucks nirgends Regelmässigkeiten hervor, die dem rhombischen Systeme entsprechen könnten. Die Abweichungen dieser Winkel von 120° sind lediglich auf Rechnung der Ungenauigkeit der Einstellung zu setzen.

Weiter unten soll noch auf anderem Wege gezeigt werden, dass die Ätzfiguren genau hexagonale Umgrenzung haben.

Am Anfange der Ätzung sind die vorhin erwähnten Linien ausserordentlich scharf und fein; ihre Breite beträgt etwa 0,003 mm. Sie bilden dabei eine scheinbar einfache Rinne, d. h. es scheint, als ob 2 einspringende Flächen sich zu einer einfachen Rinne verbänden. Lässt man auf eine dieser Flächen Licht so fallen, dass es in das Mikroskop reflectirt wird, so sieht man, dass die leuchtende Linie aus lauter einzelnen leuchtenden Punkten besteht, die sich zu einer Linie verketteten. Bei längerer Einwirkung der Säure zeigte es sich aber deutlich und unzweifelhaft, dass die Linien aus einer Aneinanderlagerung, einer Kette von lauter Ätzeindrücken bestehen und zwar berühren sich je 2 Eindrücke mit 2 Seiten der Hexagone, wie in Fig. 3 dargestellt ist, so dass diese Seiten auf der Richtung der Linien senkrecht stehen. Die Zwischenwände zwischen je 2 Eindrücken sind meistens weggeätzt.

Dass aber die Ätzeindrücke genau hexagonale Umgrenzung haben müssen, geht aus der Art der Verzweigung der Ätzlinien hervor. Wenn die Ätzlinien reihenförmig angeordnete Ätzeindrücke sind, dann muss eine Verzweigung der Linien in der Weise stattfinden, dass sich, wie in Fig. 4, an einen Ätzeindruck a drei andere, b, c und d an die abwechselnden Seiten von a anlegen. Leider lässt sich dies nur selten beobachten, weil an solchen Stellen die Ätzung meist soweit vorgeschritten ist, dass die einzelnen Eindrücke sich nicht mehr mit Sicherheit erkennen lassen. Indem nun an jeden dieser 3 Eindrücke wieder andere sich kettenartig anlagern, entstehen drei Linien, die sich unter genau 120° treffen müssen, wenn die Umrise der einzelnen Eindrücke wirkliche Hexagone sind. Da das Erstere durch mikroskopische Messungen festgestellt ist, so ist damit auch die hexagonale Natur der Umrise jedes einzelnen Eindrucks kaum zweifelhaft.

Es fragt sich nun, welche Lage haben diese Liniensysteme gegenüber den Krystallflächen des Magnetkieses? Um dies zu bestimmen, wurde es zunächst versucht, eine Schlagfigur herzustellen. Indessen erhält man auch bei vorsichtigem Schlagen keine irgendwie regelmässig verlaufenden Risse. Schlägt man sehr schwach auf eine eiserne Spitze, die senkrecht auf eine Magnetkiesschale aufgesetzt ist, so sind die sich bildenden Spältchen nicht sogleich sichtbar, sie treten aber durch Ätzung hervor und dann sieht man von der Schlagstelle aus nach allen Seiten die Spältchen ausstrahlen; aber nur theilweise fallen sie mit den Ätzlinien zusammen; oft sind sie gekrümmt und zeigen nicht die mindeste Regelmässigkeit.

Einen vollständigen Aufschluss über die Lage der Ätzlinien erhält man durch die auf der Basis senkrecht stehenden Spaltflächen nach einem hexagonalen Prisma. Dieselben lassen sich an den Schalen von Bodenmais durch Abkneifen der Ränder sehr leicht hervorbringen, so dass man ganz schöne hexagonale Tafeln erhalten kann. Noch schöner und schärfer treten sie hervor, wenn man die abgebrochenen Ränder der dünnchalig über einander liegenden Lamellen unter dem Mikroskope betrachtet. Man kann dann durch Messung erkennen, dass 3 vollkommen gleichwerthige Spaltungsrichtungen vorhanden sind, die sich

unter genau 60° schneiden. Werden nun solche Stücke, an denen die abgespaltenen Ränder, resp. die Tracen der Spaltflächen auf oP deutlich hervortreten, geätzt, so erkennt man, dass die Ätzlinien diesen Tracen vollkommen parallel laufen; ja es ist wahrscheinlich, dass die Ätzlinien prädisponirt werden durch überaus feine Spaltlinien, die mitunter schon auf den ungeätzten glatten Basisflächen angedeutet sind und der Säure geeignete Angriffspunkte liefern.

Es handelte sich nun zunächst darum, die Lage der Ätzlinien und der Spaltflächen an wirklichen Krystallen zu bestimmen. Hierzu schienen mir diejenigen von Morro Velho in Brasilien besonders geeignet. Dort sitzen nämlich auf einem Kalkglimmerschiefer sehr schöne Krystalle von Albit (es sind Doppelzwillinge nach den 2 Gesetzen: 1) das gewöhnliche Albitgesetz, 2) das Karlsbader Gesetz). Auf diesem sitzen Krystalle von Spatheisenstein, Kalkspath und Magnetkies, letztere meist in den beiden ersteren eingewachsen. Behandelt man ein solches Stück mit heisser stark verdünnter Salzsäure, dann lösen sich Eisen- und Kalkspath auf und es hinterbleiben die zum Theil recht schönen Krystalle von Albit und eine grosse Zahl loser, meist zu Mehreren aggregirter Krystalle von Magnetkies, die in verdünnter Salzsäure sich nicht oder nur sehr langsam lösen. Sie lassen sich auf diese Weise völlig unversehrt herauspräpariren.

Der Magnetkies von Morro Velho bildet sehr dünne hexagonale Täfelchen, deren Randflächen, aus Pyramiden und Prismen bestehend, selten deutlich zu erkennen und auch durch Messung selten genauer zu bestimmen sind. Nur zuweilen sind die Tafeln eben, meistens sind sie mehr oder weniger gebogen, auch geknickt und zwar so, dass die entstehende gerundete Kante auf einer Seite des Basishexagons senkrecht steht. Aus diesem Grunde sind auch genaue Messungen ausgeschlossen. Mitunter findet sich auch das von E. DANA* angegebene Zwillingsgesetz, wobei die Pyramide $\frac{1}{2}P$ ($10\bar{1}2$) Zwillingsebene ist, wenn Axe $c = 1,723$. Daran lässt sich nun auch erkennen, dass die vorhandenen Pyramidenflächen sehr wahrscheinlich der ersten Ordnung angehören. Eine Messung mit unsicherer Einstellung gab für die am stärksten

* Americ. Journ. sc. a. arts X, 111, p. 386.

entwickelte Pyramide Winkel, welche mit denjenigen von P (10 $\bar{1}$ 1) annähernd übereinstimmen, nämlich $oP : P = 115^{\circ} 30'$ und $116^{\circ} 30'$ (berechnet $116^{\circ} 28'$).

Ehe diese Kryställchen geätzt wurden, untersuchte ich ihre Basis bei schwacher Vergrößerung und reflectirtem Lichte unter dem Mikroskop. Die völlig ebenen Tafeln waren dabei glatt und ohne Streifung; auch fehlten alle solche Linien, die als Zwillingsnähte gedeutet werden könnten. Auf der Basis derjenigen Krystalle aber, die nicht ganz eben waren, zeigten sich häufig Linien, die wohl als Zwillingsnähte angesprochen werden könnten, einmal weil sie sehr stumpfe aus- oder einspringende Kanten bildeten, dann aber auch, weil an ihnen und gegen sie abstossend häufig eine federförmige Streifung sichtbar war. Es wurde eine grosse Zahl von Krystallen auf das sorgfältigste untersucht; es ist aber nicht möglich, alle einzelnen Beobachtungen zu beschreiben und zu zeichnen; ich habe es vielmehr vorgezogen, die wichtigsten Resultate in einer einzigen Zeichnung, Fig. 5, zu vereinigen. Es ergaben sich dabei folgende Thatsachen:

Die sehr stumpfen aus- oder einspringenden Kanten a bis g standen senkrecht auf irgend einer Seite des Hexagons der Basis. Andere sehr stumpfe Kanten h bis m, die aber seltener sichtbar sind, bilden mit ersteren Winkel von 20 bis über 40° . An den ersteren stossen die federförmigen Streifen so zusammen, dass sie entweder nach Aussen oder nach Innen convergiren. Diese Streifen laufen irgend einer Seite des Hexagons parallel, so dass sie in der stumpfen Kante unter Winkeln von genau 60° zusammenstossen, an den stumpferen Kanten h, i, k etc. aber mit einem sehr spitzen Winkel absetzen. Es muss nun ausdrücklich hervorgehoben werden, dass in jedem einzelnen Krystall nur einzeln solche stumpfen Kanten der verschiedenen Art vorhanden waren; gewöhnlich war nur an einer oder zwei Seiten des Hexagons diese Erscheinung sichtbar; mitunter waren freilich die Verhältnisse etwas verwickelter. Es stellte sich ferner heraus, dass die Biegung oder Knickung der Basisflächen meist nach einer Linie erfolgt, welche den Kanten a bis g parallel war, resp. mit solchen Kanten zusammenfiel. Diese Kanten machten nun einen solchen Eindruck, dass man glauben konnte, es seien Zwillingsnähte, die ähnlich wie bei den Drillingen des Aragonit auf

den Prismaflächen senkrecht stehen und ich glaubte hier schon einen Beweis für die Zwillingbildung des Magnetkieses gefunden zu haben, als sich durch den Erfolg der Ätzung herausstellte, dass man es hier nur mit einer ganz oberflächlichen Störung in der Regelmässigkeit der Flächenbildung zu thun habe. Schon die Vergleichung der oberen mit der unteren Basisfläche bei ganz dünnen Krystallen lehrte, dass solche scheinbare Zwillingnähte nur auf der einen Seite vorhanden waren, an der entsprechenden Stelle der andern aber fehlten; dafür waren dann mitunter solche Nähte an andern Stellen vorhanden. Überhaupt boten beide Flächen ein völlig verschiedenes Bild dar.

Als nun solche Kryställchen einige Secunden lang in kochende Salzsäure getaucht wurden, war meistens jede Spur von Streifung verschwunden, dafür stellten sich dann die Ätzlinien ein. Fig. 6 gibt ein ungefähres Bild des Verlaufs derselben. Man konnte dabei deutlich erkennen, dass während der immer wiederholten Ätzungen in den freien Feldern hexagonale Ätzfiguren entstanden, die sich mit einer Seite berührten und entweder einfache Linien bildeten, oder sich verzweigten. Die Hexagone der Ätzfiguren sind dem Hexagone der Basis parallel, ihre Flächen entsprechen Pyramiden erster Ordnung; die Ätzlinien, d. h. die Aneinanderreihung der Ätzfiguren nach Linien, stehen auf den Seiten des Hexagons der Basis senkrecht; sie entsprechen der Trace des Prismas 2. Ordnung $\infty P_2 (11\bar{2}0)$ auf der Basis. Da sie nun, wie oben gezeigt wurde, der Trace der Spaltflächen parallel laufen, so müssen die prismatischen Spaltflächen mit $\infty P_2 (11\bar{2}0)$ zusammenfallen und dies ist auch in der That der Fall, wie ich an mehreren Kryställchen beobachten konnte*.

Es ergab sich ferner, dass der Verlauf der Ätzlinien auf der einen Basisfläche durchaus nicht demjenigen auf der andern entsprach.

Die Ätzlinien verlaufen völlig unabhängig von einer früher vorhandenen Streifung oder einer stumpfen Kante, indem sie eine solche oftmals durchkreuzen, ohne in irgend einer Weise von der Streifung oder der Kante beeinflusst zu werden. Nur in einer Beziehung ist eine Beeinflussung zu erkennen: sehr häufig tritt nämlich an die Stellung der stumpfen Kante a—g Fig. 5

* Für den Fall, dass die Pyramidenflächen nicht, wie oben angenommen, 1., sondern 2. Ordnung sind, würden die Spaltflächen parallel $\infty P (10\bar{1}0)$ sein.

eine Ätzlinie, offenbar deshalb, weil diese Kante einen geeigneten Angriffspunkt für die Säure liefert und zugleich der Richtung einer Ätzlinie genau entspricht.

Dieselbe Erscheinung, wie bei den Krystallen von Morro Velho, zeigt sich auch beim Ätzen der Magnetkieskrystalle von Schneeberg. Auch diese besaßen auf oP sehr stumpfe ein- und ausspringende Kanten, welche auf der Seite des Hexagons senkrecht stehen; eine federförmige Streifung war aber nicht zu erkennen. Nach dem Ätzen entstanden genau ebensolche Figuren wie in Fig. 6, mit derselben Stellung zu den Rändern der Basis. Auch hier fielen die Ätzlinien mitunter zusammen mit den vorher vorhandenen stumpfen Kanten, mitunter war dies auch nicht der Fall.

Sehr schön war die Wirkung der Ätzung auf grosse Magnetkieskrystalle von Leoben (17 mm Durchmesser und 1 mm Dicke). Die Krystalle mit vorherrschender Basis sind seitlich begrenzt von Pyramidenflächen, die aber so gerundet sind, dass sie gar nicht bestimmt werden können. Die Flächen der Basis sind meist eben und ohne deutlich hervortretende stumpfe aus- oder einspringende Winkel; dagegen geht an einem Krystall quer durch denselben ein Sprung, dessen Trace auf einer Seite des Basishexagons senkrecht steht. Die Spaltbarkeit entspricht also auch hier dem Prisma zweiter Ordnung. Streifung irgend einer Art fehlt vollständig; diese etwas matten Krystalle wurden schon von kalter concentrirter Salzsäure rasch geätzt und bedeckten sich vollständig mit den regelmässigsten Ätzlinien, die sich unter genau 60° resp. 120° schneiden und auf den Seiten des Basishexagons senkrecht stehen. Sie sind mit der Lupe gut zu übersehen und zeigen nirgends eine an eine Zwillingnaht erinnernde Unterbrechung.

Wenn früher durch Ätzen auf Krystallflächen Linien erzeugt worden sind, so hatten diese in den meisten Fällen die Bedeutung von eingelagerten Zwillinglamellen. Ich führe beispielsweise nur den Leucit an. Wollte man auch bei dem Magnetkiese die sich unter 60° schneidenden Ätzlinien auf eingeschaltete Zwillinglamellen zurückführen, dann würden diese nur schwer mit dem rhombischen Systeme in Einklang gebracht werden können. Man müsste annehmen, dass die nicht mit Ätzlinien bedeckten

Theile der Fläche des basischen Pinakoids einem Hauptindividuum angehörten, welchem nach einem rhombischen Prisma Zwillinglamellen eingelagert wären, die, wenn der Säulenkantenwinkel genau 120° wäre, sich unter diesem Winkel schneiden müssten. In diesem Falle würden aber nur zwei Liniensysteme vorhanden sein können. Da nun ein drittes den beiden andern völlig gleichwerthiges Liniensystem vorhanden ist, so müsste man diese 3 Systeme auf Zwillinge des hexagonalen Systems zurückführen, wobei entweder das Prisma oder eine Pyramide 2. Ordnung Zwillingfläche wäre. Aber die Annahme von Zwillinglamellen ist deshalb unwahrscheinlich, weil selbst in ganz dünnen Tafeln die Ätzlinien der oberen und der unteren Basisfläche sich nicht entsprechen, was doch bei eingeschalteten Zwillinglamellen wenigstens annähernd der Fall sein müsste. Es bleibt also zur Erklärung der Ätzlinien des Magnetkieses nur die auf Beobachtung gegründete Annahme übrig, dass diese Linien aneinander gereihte Ätzeindrücke sind.

Die Ätzfiguren sind durchaus hexagonal, die Ätzlinien schneiden sich unter 120° und sind in 3 gleichwerthigen Systemen über die ganze geätzte Fläche oP verbreitet. Diese Erscheinungen lassen sich nur dann genügend erklären, wenn der Magnetkies hexagonal krystallisirt. So sehr ich daher auch geneigt bin, aus theoretischen Gründen den Magnetkies für rhombisch zu halten, so zwingt mich doch die Logik der Thatsachen, dieses Mineral wieder in das hexagonale System einzustellen, in welches es auf Grund der Untersuchung schön entwickelter Krystalle ursprünglich gestellt worden war. Alle späteren Winkelmessungen, welche mit dem hexagonalen Systeme nicht übereinstimmen, beruhen, wie ich glaube, auf einer mangelhaften Ausbildung, auf Störungen im Krystallbau; ebenso auch die federförmigen Streifungen auf oP, die oben beschrieben wurden, und offenbar mit den Biegungen und Knickungen der Krystalle in Verbindung stehen.

Ausser den bisher geschilderten Ätzlinien, die ich als Hauptätzlinien bezeichnen möchte, kommen nun noch untergeordnet und seltener sichtbar am Magnetkiese von Bodenmais sehr feine Ätzlinien vor, die ich als secundäre bezeichnen möchte. Sie laufen der Trace des Prismas erster Ordnung parallel, bilden also mit den Hauptätzlinien Winkel von 90 und 30° . Auch sie

bestehen wahrscheinlich aus einer Aneinanderlagerung von Ätz-eindrücken, sie sind aber zu fein, um dies mit Sicherheit erkennen zu können, namentlich um zu erkennen, ob die Ätz-eindrücke in ihnen nach der Diagonale des Hexagons gelagert sind. Meist ist in einem Gesichtsfeld nur Ein System solcher secundärer Ätzlinien sichtbar, seltener sieht man auch 2 solche Systeme, die sich dann entweder unter 60° schneiden oder in einer geraden Linie zusammenstossen; diesen Fall habe ich allerdings nur einmal beobachten können. Die 3 Systeme secundärer Ätzlinien habe ich niemals gleichzeitig in Einem Gesichtsfelde beobachten können, wohl aber kommen sie in Einem Präparate zusammen vor, dann ist aber meistens Ein System vorwaltend. Dieser Umstand könnte zu Zweifeln an der hexagonalen Natur des Magnetkieses Veranlassung geben. Allein die Hauptätzlinien und die hexagonalen Eindrücke sind so allgemeine, an allen Magnetkiesen auftretende charakteristische Erscheinungen, dass ich dieselben für maassgebend halten muss. Es verdient noch bemerkt zu werden, dass die Hauptätzlinien die secundären durchschneiden, so dass letztere dadurch in ihrem Zusammenhange unterbrochen werden.

Beiläufig muss ich nun noch hervorheben, dass es noch ein anderes Mineral gibt, bei welchem durch Ätzung ähnliche Linien entstehen wie bei dem Magnetkiese, ohne dass dasselbe jetzt dem hexagonalen Systeme zugezählt wird; das ist der schwarze Glimmer. Schon vor längerer Zeit habe ich gezeigt*, dass wenn man den Glimmer im Melaphyre des Thyrathales bei Ilfeld anhaltend mit Salzsäure behandelt, er von einem Netzwerke von Linien durchzogen erscheint, welche sich unter 60° schneiden. Aber auch andere Glimmerarten zeigen ähnliche Erscheinungen. Kocht man den schwarzen Glimmer von Rossie, St. Lawrence County, N. York, mit Salzsäure, so entstehen nicht nur vereinzelt Ätzfiguren, sondern es treten auch äusserst feine, nicht sehr lange Linien hervor, die sich gabeln und mit einander Winkel von 60° bilden. Sie sind den drei Linien der Schlagfigur parallel und schliessen mitunter ein völlig gleichseitiges Dreieck ein, bedecken aber nicht so vollständig die ganze Fläche, wie bei

* Zeitschr. deutsch. geol. Ges. X. p. 141.

dem Magnetkiese, sondern finden sich mehr vereinzelt, d. h. die Zwischenräume zwischen den Linien sind grösser, wie bei diesem. Eine Beziehung zu den Ätzfiguren lässt sich übrigens hier nicht erkennen, auch sind die Linien weit dünner wie diese; es ist deshalb möglich, dass sie in anderer Weise entstehen, wie bei dem Magnetkiese. — Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, diese Thatsachen mit der Annahme des monoklinen Systems für den Glimmer in Einklang zu bringen, ich wollte nur nebenbei auf dieselben aufmerksam machen.

3) Wärmecurven.

Um kein Mittel unversucht zu lassen, welches dazu dienen könnte, das Krystallsystem des Magnetkieses zu ermitteln, wurde noch eine Reihe von Messungen an den auf der Basis erzeugten Wärmecurven angestellt. Da die Schalen des Magnetkieses von Bodenmais zum Theil völlig eben und dabei sehr glatt und glänzend waren, so wurden sie zu diesen Versuchen verwendet. Die Wärmecurven wurden in folgender Weise erhalten. Das auf einem Objectträger befestigte Stückchen Magnetkies wurde mit einer verdünnten Lösung von Stearin in Äther übergossen. Durch die Verdunstung des Äthers entsteht ein sehr dünner gleichmässiger Stearinüberzug auf oP. Auf die so vorbereitete Basisfläche wurde nun kaum 1 Secunde lang eine glühende Stahlspitze aufgesetzt, wobei das Stearin rings um dieselbe schmolz und sich von der Wärmequelle zurückzog. Dadurch wurde die metallische Oberfläche blossgelegt. Sie wird eingeschlossen von einer in sich zurücklaufenden Curve, welche durch geschmolzenes Stearin gebildet wird. Dieses zeigt einen inneren und einen äusseren Rand, d. h. man beobachtet 2 concentrische Curven, eine innere, welche die blank gewordene metallische Oberfläche begrenzt und eine äussere, welche die Grenze bezeichnet, bis zu welcher das Stearin geschmolzen ist. Beide Curven liessen sich unter dem Mikroskope recht gut messen. Um aber genügendes Licht durch Reflex zu erhalten, musste die Fläche oP unter einer bestimmten Neigung unter das Mikroskop geschoben werden. Es wurden stets 4 Durchmesser gemessen, die sich unter 45 und 90° schneiden. Die Messung geschah mit einem im Okular angebrachten Maassstabe und zwar so, dass die zu messende Dimension bei der

Messung horizontal stand. Es musste also das Präparat nach der ersten und jeder folgenden Messung um 45° gedreht werden. Nach einer grossen Reihe von Vorversuchen, die schon zu einem bestimmten Resultate geführt hatten, wurden zuletzt folgende Längen erhalten (jeder Theilstrich war = 0,015 mm):

I			
Äussere Curve			Innere Curve.
1. Durchmesser	30	16	Theilstriche
2. „	30	16½	„
3. „	30	17	„
4. „	29—30	16½	„
II			
1. Durchmesser	24½	13	Theilstriche
2. „	24½	13	„
3. „	24½	13	„
4. „	24½	12½	„
III			
1. Durchmesser	25	14	Theilstriche
2. „	25	13½	„
3. „	26	14	„
4. „	26	13½	„
IV			
1. Durchmesser	31	19	Theilstriche
2. „	31	19	„
3. „	31	19	„
4. „	30—31	19	„

Da die Differenzen durchaus innerhalb der Fehler der Ableitung und Messung sich bewegen, so ergibt sich aus vorstehenden Beobachtungen, dass die Wärmecurve auf der Basis des Magnetkieses Kreise sind, dass also die Wärmeleitfähigkeit in allen Richtungen senkrecht zur Hauptaxe eine gleiche ist. Auch diese Thatsache entspricht vollkommen dem hexagonalen Systeme. Andererseits ist sie kein scharfer Beweis gegen das rhombische System, denn auch bei diesem wird, wenn die beiden Axen a und b bezüglich der Wärmeleitfähigkeit einander annähernd gleich sind, die Wärmecurve auf oP kreisförmig erscheinen können.

4) Magnetisches Verhalten.

Auch das magnetische Verhalten des Magnetkieses wurde einer genaueren Untersuchung unterworfen, um zu ermitteln, ob

dasselbe mit der hexagonalen Krystallform im Einklang steht. Dabei wurden sehr merkwürdige Resultate erhalten.

Dass der Magnetkies retractorisch magnetisch ist, war schon lange bekannt. Später lernte man auch seine polar-magnetische Eigenschaft kennen. Für den Magnetkies von Horbach bei St. Blasien wurde diese Eigenschaft von KENNGOTT* besonders hervorgehoben. Dass man dem Magnetkiese künstlich polaren Magnetismus ertheilen kann, wurde 1849 von DELESSE** erwähnt, ebenso später von GREIS***. Die Abhandlung von DELESSE über den polaren Magnetismus der Mineralien und Felsarten kommt bezüglich der krystallisirten Substanzen, insbesondere des Eisenglanzes und Magnetkieses, zu Resultaten, die mit dem optischen, thermischen und elektrischen Verhalten der Krystalle nicht im Einklang zu stehen scheinen. Es sollen hier nur 2 Sätze aus den Resultaten seiner Versuche angeführt werden: 1) „Wenn eine Substanz magnetisch ist, sei sie homogen oder heterogen, aggregirt oder nicht, krystallisirt oder nicht, so kann man ihr in allen ihren Theilen so viele Pole geben, wie man will“. 2) „Die Vertheilung der magnetischen Pole in einem Krystall steht in keiner Beziehung zu seinen Axen“.

Zu ganz anderen Resultaten kamen diejenigen Physiker, welche sich mit dem Magnetismus und Diamagnetismus der Krystalle beschäftigt haben, nachdem im Jahre 1845 FARADAY die denkwürdige Entdeckung gemacht hatte, dass die magnetische Kraft auf alle Körper einen Einfluss ausübt. Sowohl FARADAY selbst, als auch PLÜCKER, WIEDEMANN, KNOBLAUCH, TYNDALL, GRAILICH und v. LANG und Andere haben gewisse Beziehungen zwischen dem Magnetismus und den Krystallaxen resp. gewissen Krystallflächen nachgewiesen. Diese Untersuchungen haben sich mit Körpern beschäftigt, welche nur so lange magnetisch oder diamagnetisch sich verhalten, als magnetische Wirkungen auf sie ausgeübt werden.

Die vorliegenden Untersuchungen haben nun ganz im Gegensatz zu den Mittheilungen von DELESSE auch für einen perma-

* Dies. Jahrbuch 1870, p. 354.

** Annales de chem. et de phys. 25, p. 206.

*** Pogg. Ann. 98, p. 485.

nent polarmagnetischen Körper, nämlich den Magnetkies von Bodenmais, ganz bestimmte Beziehungen zwischen der Krystallform und dem magnetischen Verhalten nachgewiesen.

Der Magnetkies von Bodenmais zeigt von Haus aus schwachen polaren Magnetismus, da grössere Stücke an irgend einer Stelle des durch Spaltung erhaltenen basischen Pinakoids einen Nordpol, an einer andern einen Südpol erkennen liessen, wenn man die betreffenden Stellen einer freischwebenden Magnetnadel näherte.

Wenn man ein Stückchen Magnetkies, welches nach op tafelförmig ausgebildet ist, wie es als Spaltungsstück aus dem Magnetkiese von Bodenmais leicht erhalten werden kann, auf der Spaltfläche nach irgend einer Richtung mit dem Einen Pole eines kleinen Stabmagneten streicht, dann wird das Stückchen deutlich polarmagnetisch. Streicht man mit dem Nordpol eines Magneten über die Basisfläche, so entsteht an der Stelle, an der man ihn aufsetzt, ein Nordpol, da wo man ihn wieder absetzt, ein Südpol; also ganz ebenso wie bei dem Stahl, denn der inducirte Magnetismus ist ein permanenter, der selbst nach Wochen noch deutlich erkennbar vorhanden war. Auch bei schwachem Erhitzen blieb ein magnetisirtes Stück magnetisch. Bei stärkerem Erhitzen zwischen Sand wurde der Magnetismus auf ein Minimum reducirt, das Stück verlor aber dabei seinen Zusammenhalt, d. h. es zerfiel. Der Magnetkies besitzt also einen nicht unbedeutenden Grad von Coërcitivkraft. — Die Lage der Pole wurde bei diesen Versuchen durch Annähern des Magnetkieses an eine horizontal aufgehängte Compassnadel bestimmt. Da, wo Ein Pol der letzteren am stärksten abgestossen wurde vom Magnetkiese, war der gleichnamige Pol.

Schleift man sich nun ein rechteckig parallelepipedisches Stück so, dass seine Längendimension der Hauptaxe des Magnetkieses parallel geht, bezw. dass die erstere auf der Hauptspaltfläche des Minerals senkrecht steht und man streicht nun mit Einem Pole eines Stabmagneten auf einer der beiden künstlich geschliffenen Prismenflächen parallel zu der krystallographischen Hauptaxe und also auch parallel zur Längenerstreckung des Stücks, dann entstehen die beiden Pole nicht, wie man erwarten sollte, an den beiden Enden des Prismas, sondern die Vertheilung

des Magnetismus ist eine ganz andere: Die magnetische Axe scheint, soweit ich dies habe ermitteln können, annähernd senkrecht auf der Krystallaxe zu stehen. Dieses Resultat war ein so auffallendes, dass der Versuch an mehreren Schlifften wiederholt wurde, aber immer mit demselben Erfolge. Unter keinen Umständen fiel dabei die magnetische Axe des Prismas mit der Hauptaxe zusammen, sondern sie stand stets mehr oder weniger rechtwinklig darauf. Die Vertheilung der Pole ist übrigens bei dieser Art der Magnetisirung keine ganz regelmässige, so dass ich nicht im Stande war, mit den mir zu Gebote stehenden unvollkommenen Hilfsmitteln ihre Lage genau zu bestimmen. Nur soviel war unverkennbar, dass die gestrichene Prismafläche in ihrer ganzen Ausdehnung einen dem streichenden Pole entgegengesetzten, die gegenüberliegende Prismafläche aber meist einen dem streichenden Pole gleichen Magnetismus annahm. Auf beiden Seiten schien sich der Magnetismus in Punkten zu concentriren, die nicht immer direct einander gegenüber lagen, deren Stellung aber nicht genauer zu ermitteln war. Die entscheidenden Versuche wurden deshalb mit einem kräftigen Elektromagneten angestellt, den mir mein College, Herr Prof. RÖNTGEN, freundlichst zu Gebot stellte, wofür ich demselben zu grossem Danke verpflichtet bin.

Aus dem Magnetkiese von Bodenmais wurde zunächst ein kleiner Würfel von etwa 7 mm Seite so geschnitten, dass das erste Flächenpaar a der Hauptspaltfläche bzw. der Absonderungsfläche oP parallel war; das 2. Flächenpaar b war parallel einer Prismafläche ∞ P; das dritte Flächenpaar c, parallel einer Prismafläche ∞ P2, stand auf a und b senkrecht. Der Würfel wurde nun mittelst eines Korkes zwischen die Pole des mit Halbankern* versehenen Elektromagneten so festgeklemmt, dass die Flächen a, d. h. also die Absonderungsflächen parallel oP den beiden ebenen Polflächen nahe gegenüber standen, dass also die Hauptaxe des Krystalls mit der magnetischen Axe des Elektromagneten zusammenfiel. Darauf wurde die Kette geschlossen und nach einigen Minuten wieder unterbrochen. Wäre nun der Würfel aus Stahl hergestellt worden, dann hätte der entstehende

* Die einander gegenüber stehenden Polenden dieser Halbanker hatten rechteckige Form.

Magnet seinen Nordpol da haben müssen, wo der Südpol des Elektromagneten gegenüber stand und umgekehrt. Bei dem Magnetkieswürfel war nun die Vertheilung des Magnetismus eine ganz andere, denn als jetzt, bei unterbrochenem Strome der Würfel in einem Papierschiffchen so über den Polen des Elektromagneten aufgehängt wurde, wie er während des Magnetisirens gestanden hatte, so dass also die Hauptaxe der magnetischen Axe parallel war, so drehte sich der Würfel beim Schliessen der Kette augenblicklich um 90° und stellte sich so, dass seine Hauptaxe auf der Axe des Elektromagneten senkrecht stand. Die Hauptaxe ging also aus der axialen Stellung sogleich in die äquatoriale über. Hierbei war es völlig gleichgültig, ob die Flächen *b* oder die Flächen *c* eine verticale Lage hatten. Standen die ersteren vertical, so war die auf ihnen senkrechte Linie der magnetischen Axe parallel und beim Unterbrechen des Stromes war die Eine Fläche *b*, dem Nordpol gegenüber, ein Südpol, die andere Fläche *b*, dem Südpol gegenüber, ein Nordpol geworden. Drehte man den Würfel um die horizontal liegende Hauptaxe so, dass nun das Flächenpaar *c* den beiden Polen gegenüberstand, so verwandelte sich, nach Schliessung der Kette, die Eine Fläche *c* in einen Südpol, die andere in einen Nordpol. Es geht daraus hervor, dass wenn man den Würfel so aufhängt, dass die Drehungsaxe auf der Hauptaxe senkrecht steht, diese unter allen Umständen sich zwischen den Polen des Elektromagneten äquatorial und die Fläche *oP* so stellt, dass die Axe des Elektromagneten in ihr liegt. Der Grund dieser Erscheinung beruht nun nicht etwa auf einer Abstossung der Enden der Hauptaxe, sondern darin, dass unter dem Einflusse des Elektromagneten in dem Magnetkiese polarer Magnetismus in Richtungen erregt wird, welche auf der Hauptaxe senkrecht stehen und in Folge dessen axiale Stellung einnehmen. Es ergibt sich dies daraus, dass dieser Magnetismus ein permanenter ist und nach Unterbrechung des Stromes nachgewiesen werden kann.

Stellt man nun den Würfel so zwischen den beiden Polen des Elektromagneten fest, dass die Hauptaxe senkrecht, *oP* also horizontal steht, die beiden Flächen *b* aber den beiden Polen zugekehrt sind, so nehmen beim Schliessen der Kette diese beiden Flächen in durchaus regelmässiger Weise polaren dauernden

Magnetismus an, der nur dadurch beseitigt wird, dass man den Würfel um die Hauptaxe um 90° dreht und dann festklemmt, so dass die Flächen c den Polen zugekehrt sind. Nach kurzer Zeit der Einwirkung des Elektromagneten sind diese Flächen dauernd polarmagnetisch geworden. Sie verhalten sich daher ganz so wie die Flächen b.

Hängt man den Krystall mit verticaler Hauptaxe frei über den beiden Polen des Elektromagneten auf, dann stellt sich eine der beiden durch b und c gehenden Axen axial. Dreht man sie nun um die Hauptaxe um 90° und hält sie eine kurze Zeit in dieser Stellung fest, so bleibt der Würfel auch bei freier Bewegung in dieser neuen Stellung.

Es wurde nun ein nach der Hauptaxe lang gezogenes quadratisches Prisma von 11 mm Länge und 5 resp. 6 mm Breite und Tiefe geschnitten, dessen Basis mit oP des Magnetkieses zusammenfiel, dessen Prismflächen den obengenannten Flächen b und c entsprechen. Wurde dieses Prisma vor Schliessung der Kette so über den beiden Elektromagneten aufgehängt, dass oP und c vertical standen, die Hauptaxe aber horizontal und parallel der Axe des Elektromagneten war, so wurde bei Schliessung der Kette der Krystall mit Heftigkeit in eine um 90° gedrehte Lage geschleudert, in welcher die Hauptaxe äquatorial stand. Ganz dasselbe Resultat wurde erhalten, wenn die Flächen b vertical gestellt wurden. Das Resultat wurde auch nicht geändert, wenn der Krystall mit axial gestellter Hauptaxe längere Zeit zwischen den Polen des Elektromagneten festgeklemmt worden war.

Es ergab sich ferner, dass die Hauptaxe in der äquatorialen Lage blieb, gleichgültig, ob sich der Krystall in der Nähe oder in einiger Entfernung von den Polen des Elektromagneten befand. Auch beim raschen Öffnen und Schliessen der Kette trat keine Änderung der Stellung ein.

Der Magnetkies wurde nun so geschnitten, dass eine sechseckige Tafel entstand, deren Basis der Absonderungsfläche oP entsprach, deren kurze Seitenflächen aber den Flächen des Prismas $\infty P2$ parallel waren. Wurde diese Tafel über den Polen des Elektromagneten so aufgehängt, dass die Fläche oP verticale, die Hauptaxe aber horizontale Lage hatte, so stellte sich diese stets äquatorial und eine in oP liegende Normale auf der Haupt-

axe axial. Wurde aber der Krystall so aufgehängt, dass die Hauptaxe vertical und oP horizontal stand, dann hatte der Krystall, über den Polen des Elektromagneten hängend, seine Richtkraft in so fern verloren, als er, wenn man ihn um kleinere oder grössere Winkel drehte, in der neuen Stellung stehen blieb, nachdem man ihn kurze Zeit in dieser festgehalten hatte. Alle Richtungen senkrecht auf der Hauptaxe verhielten sich in dieser Beziehung vollständig gleich. Die Theile, welche den beiden Polen zunächst lagen, wurden polar magnetisch; beim Drehen um irgend einen Winkel wurden die jetzt den Polen gegenüberliegenden Stellen magnetisch, während der Magnetismus der vorhergehenden verschwand.

Das gleiche magnetische Verhalten des Magnetkieses in allen auf der Hauptaxe senkrechten Richtungen trat sehr deutlich hervor, als das sechsseitige Prisma durch Rundschleifen der Kanten in einen kurzen Cylinder von 4 mm Höhe und etwa 12 mm Durchmesser verwandelt wurde. Auf der oberen kreisförmigen Basis wurden 6 Durchmesser eingravirt, deren jeder eine solche Lage hatte, dass 3 derselben die Mittelpunkte der Kanten $\infty P : oP$, die drei dazwischen liegenden die Mittelpunkte der Kanten $\infty P2 : oP$ mit einander verbinden würden, wenn diese Prismenflächen vorhanden wären. Je 2 benachbarte Durchmesser bildeten also mit einander einen Winkel von 30° . Sie wurden mit 1, 2, 3, 4, 5, 6 bezeichnet. Nun wurde der Cylinder mit verticaler Hauptaxe so zwischen die beiden Pole des Elektromagneten festgelegt, dass der Durchmesser 1 mit der Axe der Pole zusammenfiel, und einige Minuten der Einwirkung des Elektromagneten ausgesetzt. Als nun, nach Unterbrechung des Stromes, der Cylinder mit der Compassnadel auf seinen Magnetismus geprüft wurde, zeigte es sich, dass an beiden Enden des Durchmessers 1 die beiden Pole in durchaus regulärer Weise sich gebildet hatten. Sie wurden aber verschoben und kamen an den beiden Enden des Durchmessers 2 zum Vorschein, nach dem dieser längere Zeit in axialer Stellung der Einwirkung der Pole des Elektromagneten ausgesetzt worden war. Und so wurden nach einander die Durchmesser 3, 4, 5 und 6 in die axiale Stellung gebracht und zeigten dann stets die beiden Pole an ihren beiden Enden, den Südpol da, wo zuletzt der Nordpol des Elektro-

magneten, des Nordpol da, wo zuletzt der Südpol desselben eingewirkt hatte.

Wurde schliesslich der Cylinder zwischen den Polen so festgestellt, dass seine Hauptaxe mit der Axe der Pole des Elektromagneten zusammenfiel und wurde er dann mehrere Minuten lang der Einwirkung der Pole ausgesetzt, so war, nach Unterbrechung des Stromes, der Magnetismus in dem Cylinder so vertheilt, dass die Verbindungslinie zwischen den Theilen, welche die stärkste nord- und die stärkste südmagnetische Wirkung ausübten, auf der Hauptaxe nahezu senkrecht stand. Der Cylinder war also nicht in der Richtung seiner Hauptaxe magnetisch geworden.

Aus allen diesen Versuchen geht nun hervor, dass der Magnetkies von Bodenmais sich in allen Richtungen senkrecht zur Hauptaxe gleich, bezw. wie Stahl verhält, dass er aber in der Richtung der Hauptaxe magnetische Polarität nicht annimmt. Dies entspricht so vollständig dem physikalischen Verhalten der optisch einaxigen Krystalle, d. h. der Krystalle des hexagonalen und quadratischen Systems, dass dieses magnetische Verhalten des Magnetkieses als ein Beweis für das hexagonale System geltend gemacht werden könnte, wenn dasselbe auf der Anordnung der Moleküle im Krystall und nicht auf der blättrigen Beschaffenheit des zu den Versuchen dienenden Materials beruht*.

Bisher ist, meines Wissens, kein krystallisirtes Mineral bekannt geworden, welches sich den magnetischen Kräften gegenüber genau ebenso verhält, wie der Magnetkies. Nur von einem ist mir ein ähnliches, aber nicht ganz gleiches Verhalten bekannt geworden, nämlich vom Turmalin. Nach PLÜCKER** stellen sich eisenhaltige Turmaline zwischen den beiden Polen eines Elektromagneten zuerst mit ihrer Hauptaxe axial; wenn man sie aber langsam von den beiden Polen entfernt, so

* FARADAY bezeichnet in diamagnetischen Krystallen eine Linie, welche auf der deutlichsten Spaltfläche senkrecht steht und sich zwischen den Polen des Elektromagneten axial stellt, als Magnetrystallaxe. Die Axe des Magnetkieses kann man kaum so bezeichnen, weil sie sich zwischen den Polen äquatorial stellt. Doch stellt sich nach PLÜCKER auch die Magnetkrystallaxe des Antimons äquatorial.

** Pogg. Ann. 72 p. 315.

stellen sie sich, wenn eine bestimmte Entfernung erreicht ist, äquatorial. Später*, sagt PLÜCKER: „So ist es eine Kraftäusserung, für die bisher kein Analogon da war, dass eine Turmalinsäule, die zwischen den beiden Polen eines Magneten horizontal schwingend aufgehängt wird, von diesen Polen flieht, wie wenn sie von denselben abgestossen würde und in Folge davon sich äquatorial stellt und dass sie dennoch in dieser äquatorialen Stellung ihrer Masse nach von denselben Polen angezogen wird.“ Noch später** gibt PLÜCKER auch den Grund dieser Erscheinung an, indem er sagt, dass dieses Verhalten des Turmalins das Paradoxe verliere, wenn angenommen werde, dass seine kleinsten Theilchen Magnete sind, die senkrecht auf seiner Axe liegen. Zur Nachahmung dieser Erscheinung könne man durch ein Messingstäbchen in allen Richtungen senkrecht zur Längenausdehnung Stückchen von Eisendraht stecken und das Ganze zwischen den Polen des Elektromagneten aufhängen.

Die vorstehend beschriebenen Experimente mit dem Magnetkiese haben den Beweis geliefert, dass die Erklärung PLÜCKER's zutreffend ist. Denn da der Magnetkies durch die in ihm vorhandene Coërcitivkraft im Stande ist, den Magnetismus, der ihm während der Einwirkung des Elektromagneten ertheilt worden ist, zu bewahren, so konnte der Nachweis geliefert werden, dass die Vertheilung des Magnetismus so ist, wie es PLÜCKER's Erklärung verlangt. Man könnte nun annehmen, dass in dem hexagonal krystallisirenden Magnetkiese, im Gegensatze zu dem regulär krystallisirenden Stahl, eine mit der verschiedenen elektrischen Leitungsfähigkeit nach den verschiedenen Richtungen*** oder der verschiedenen Elasticität des Äthers in den verschiedenen Richtungen des Krystalls† in Verbindung stehende Kraft vorhanden sei, welche die Molekularmagnete oder die Axen der elektrischen Molekularströme verhinderte, eine der Hauptaxe parallele Stellung anzunehmen. Die Ursache der magnetischen Eigenschaften des Magnetkieses von Bodenmais kann aber auch, wie schon oben erwähnt, darin liegen, dass derselbe nach

* Pogg. Ann. 76, p. 576.

** Pogg. Ann. 86, p. 1—34.

*** Vergl. WIEDEMANN in Pogg. Ann. 77, p. 535.

† Vergl. PLÜCKER in Pogg. Ann. 86, p. 1 am Schlusse d. Abhandl.

oP sehr deutlich blättrig ausgebildet ist*. Leider steht mir gegenwärtig kein Material zu Gebot, welches diese blättrige Beschaffenheit nicht zeigte und zu den betreffenden Untersuchungen geeignet wäre. Wenn nun auch zu Gunsten der ersteren Ansicht das ähnliche Verhalten des Turmalins angeführt werden kann, der eine Spaltbarkeit nach oP nicht besitzt, so muss ich andererseits zu Gunsten der letzteren Ansicht geltend machen, dass ein aus einem Eisenglanzkrystall geschnittener Würfel, dessen erstes Flächenpaar parallel oP war, während die beiden anderen Paare senkrecht darauf standen, unmittelbar über den Polen des Elektromagneten aufgehängt, sowohl in axialer als auch in äquatorialer Stellung stehen blieb, wenn man ihn kurze Zeit in dieser festhielt. Nachdem er längere Zeit in axialer Stellung gehängt hatte, wurde der Strom unterbrochen und der Eisenglanzwürfel aus dem Schiffchen genommen und mit der Magnethadel auf die Lage seiner Pole geprüft. Es zeigte sich nun, dass die Hauptaxe zugleich die magnetische Axe bildete**. Der Unterschied in dem magnetischen Verhalten des Eisenglanzes und des Magnetkieses von Bodenmais, die beide hexagonal krystallisiren, hat vielleicht darin seinen Grund, dass der letztere nach oP schalig ausgebildet ist, während der erstere kaum Spaltbarkeit zeigt. Sollte es sich bei der Untersuchung von Magnetkies, der nicht nach oP schalig ausgebildet ist, herausstellen, dass dieser sich wie Eisenglanz verhält, dann würde man die magnetischen Eigenthümlichkeiten des Magnetkieses von Bodenmais nicht als einen Grund für die Annahme des hexagonalen Systems geltend machen können; man würde dann nur sagen können, dass sie der Annahme des hexagonalen Systems nicht widersprechen.

Die vorstehenden magnetischen Untersuchungen erheben nicht den Anspruch, ein physikalisches Problem zu lösen, zu dessen Bearbeitung mannigfache Hilfsmittel erforderlich sind. Genauere Messungen der magnetischen Kraft, genauere Bestimmungen der Punkte grösster magnetischer Wirkung und andere sich daran anschliessende Untersuchungen müssten vorausgehen, ehe die

* Vergl. TYNDALL in Phil. Mag. (4) V. p. 303—308.

** Ähnliche Beobachtungen machte schon PLÜCKER, auch die Resultate, welche DELESSE mit dem Eisenglanze erhalten hatte, stimmen mit diesen Beobachtungen überein.

Frage nach dem magnetischen Verhalten des Magnetkieses als eine nach allen Seiten klare angesehen werden kann. Für mich war vorläufig nur die Frage nach dem Krystallsystem des Magnetkieses von Interesse.

Fassen wir die Resultate der vorstehenden Arbeit nochmals kurz zusammen, so ergibt sich aus ihr Folgendes:

1) Die Winkelmessungen am Magnetkiese liefern keinen sicheren Anhalt zur Bestimmung des Krystallsystems.

2) Die Spaltbarkeit des Magnetkieses ist eine vollkommen hexagonale, nämlich parallel dem Prisma 2. Ordnung $\infty P2$ (1120).

3) Die Ätzfiguren auf oP, entstanden durch Behandeln mit heisser Salzsäure, haben durchaus hexagonale Umrisse, welche dem durch ∞P oder P begrenzten Hexagone der Basis entsprechen. Sie werden durch Flächen gebildet, welche hexagonalen Pyramiden der ersten Ordnung parallel sind.

4) Durch regelmässige Aneinanderlagerung der Ätzfiguren entstehen auf oP sehr scharf hervortretende gerade Linien (Ätzlinien), welche genau parallel den Tracen der Spaltbarkeit und des Prisma's $\infty P2$ verlaufen. Sie lassen den hexagonalen Charakter des Magnetkieses dadurch unzweifelhaft hervortreten, dass sie 3 Liniensysteme bilden, die sich unter genau 60 resp. 120° schneiden.

5) Die Wärmecurven auf oP bilden Kreise und stehen im Einklang mit der Annahme des hexagonalen Systems für den Magnetkies.

6) Der Magnetkies von Bodenmais besitzt für den Magnetismus einen gewissen Grad von Coërcitivkraft. Er verhält sich in allen Richtungen, welche auf der Hauptaxe senkrecht stehen, einem starken Magneten gegenüber ähnlich wie Stahl, vermag aber in der Richtung der Hauptaxe keine magnetische Polarität anzunehmen. Zwischen den beiden Polen eines Magneten stellt sich daher ein künstlich geschliffenes, nach der Hauptaxe langgezogenes Prisma von Magnetkies (von Bodenmais) stets so ein, dass seine Hauptaxe eine äquatoriale Lage hat, während irgend eine in der Hauptspaltfläche liegende, auf der Hauptaxe senkrecht stehende Linie eine axiale Stellung einnimmt.

Die unter 2 bis 5 gegebenen Resultate machen es sehr wahrscheinlich, dass der Magnetkies nicht rhombisch krystallisiert, sondern hexagonal und auch das magnetische Verhalten steht dieser Annahme nicht entgegen.

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: 1882

Band/Volume: [1882](#)

Autor(en)/Author(s): Streng Johann August

Artikel/Article: [Beitrag zur Kenntniss des Magnetkieses 183-206](#)