© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

III.

Ueber die Zusammensetzung des Magnetkieses.

von **Heinrich Habermehl.**

Der Magnetkies Werner's*), der Pyrrhotin Breithaupt's, wird zum ersten Male in den Wallerii Mineralogia vom Jahre 1747 als eine selbständige Mineralspecies aufgegeführt. In denselben wird er indefs nicht Magnetkies, sondern Wasserkies, sulphur ferro mineralisatum, minera fusca vel hepatica, auch pyrites aquosus genannt. Cronstedt erwähnt in seinem Werke: „Versuch einer Mineralogie oder Aufstellung eines Mineralreichs" vom Jahre 1758 gleichfalls den Magnetkies unter dem Namen eines leberfarbigen Kieses, pyrites colore rubescente, Leberkies, und fügt einige Fundorte desselben hinzu, wie Neu-Kupferberg, Stolberg und Silberberg. Er sagt in genanntem Werke, dafs dieser Kies zu viel Eisen enthält, um mit Vortheil zur Schwefelgewinnung verwendet werden zu können. Die meisten der späteren Mineralogen verwechselten sehr wahrscheinlich den neuen Magnetkies mit Schwefelkies, oder erblickten in ersterem nur eine Varietät des letzteren, indem sie annahmen, dafs beide nur in ihren physikalischen Eigenschaften verschieden seien, bis

*) Die historischen Notizen wurden hauptsächlich Lindström's Arbeit „Ueber die Zusammensetzung des Magnetkieses" entnommen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Hatchet im Jahre 1804 einen Magnetkies vom Berge Moel Aelia in Caernarvonshire analysirte. Er kam hierbei zu dem Resultate, dafs der Magnetkies in seiner Zusammensetzung mit dem Einfach-Schwefeleisen übereinstimme, von welchem letzteren Proust bereits gezeigt hatte, dafs es bedeutend weniger Schwefel enthält, als der Schwefelkies. Da indefs Hatchet's Zerlegungsmethode und die der Berechnung der Resultate zu Grunde gelegten Data die Richtigkeit seiner Bestimmungen sehr zweifelhaft machen, so ist die Uebereinstimmung seiner Analysen mit Proust's Analysen des von ihm künstlich dargestellten Einfach-Schwefeleisens wohl nur eine zufällige. Auch enthält der von Hatchet analysirte Magnetkies auffallend wenig Schwefel, weniger als zur Bildung des Monosulfurets erforderlich ist. Hatchet's Resultate sind um so auffallender, als er schon die Beobachtung machte, dafs der Magnetkies beim Lösen in Salzsäure Schwefel abscheidet, wie diefs aus folgender Stelle seiner Abhandlung hervorgeht: „Wenn man Salzsäure auf den gepulverten Magnetkies giefst, so entsteht sogleich ein leichtes Aufbrausen, welches, wenn man Wärme zur Hülfe nimmt, aufserordentlich zunimmt; das sich entwickelnde Gas ist Schwefelwasserstoff. Dabei setzt sich Schwefel ab, der einen kleinen Theil des Kieses so einhüllt, dafs er ihn gegen die weitere Einwirkung der Säure schützt."

Merkwürdiger Weise erblickte Hatchet in dieser charakteristischen Eigenschaft des Magnetkieses keine Widerlegung seiner Ansicht, wiewohl bereits Proust erkannt hatte, dafs sich das Einfach-Schwefeleisen ohne Schwefelabscheidung unter Schwefelwasserstoffentwicklung in Salzsäure auflöst. Da bald nach Hatchet's Untersuchung Vauquelin für das Einfach-Schwefeleisen ein ganz anderes Zusammensetzungsverhältnifs fand, als Proust und Berzelius früher übereinstimmend gefunden hatten, so suchte Stromeyer im Jahre 1814 das wahre Verhältnifs zu bestimmen, in welchem das Eisen, sowohl im natürlichen, als auch im künstlichen Magnetkiese, mit Schwefel verbunden ist. Er analysirte zwei Magnetkiese, einen magnetischen von Trese-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

burg am Harz und einen unmagnetischen von Barèges in den Pyrenäen, sowie auch die Producte, welche entstanden, wenn er Schwefelkies an der Luft glühte und wenn er Eisenoxyd wiederholt mit Schwefel glühte. Weil er nun für erstere sowohl wie für letztere ein gleiches Zusammensetzungsverhältnifs fand, und bei allen, wenn er sie in Salzsäure löste, eine Schwefelabscheidung bemerkte, so erklärte er, von der irrigen Vorstellung ausgehend, dafs die auf die beschriebene Weise erhaltenen Kunstproducte wahres Einfach-Schwefeleisen seien, auch den natürlichen Magnetkies für Einfach-Schwefeleisen und da seine Analysen nicht unbedeutend mehr Schwefel ergaben, als Berzelius in dem Einfach-Schwefeleisen gefunden hatte, zog er und Gilbert dessen Analyse des Eisensulfurets in Zweifel, ja Stromeyer glaubte sogar, dafs die Zusammensetzung des Magnetkieses mit der Lehre der constanten Proportionen in Widerspruch stehe. Berzelius, welcher den Magnetkies im Allgemeinen auch als Einfach-Schwefeleisen betrachtete, verfocht gleichwohl die Richtigkeit seiner Analysen des Eisensulfurets. Er behauptete, dafs Stromeyer deshalb mehr Schwefel und weniger Eisen, als dem Monosulfuret entspräche, gefunden habe, weil die von ihm untersuchten Mineralien mit Schwefelkies vermengt gewesen seien. Dafs diefs so der Fall war hatte Stromeyer selbst bereits in seinem Aufsatze erkannt. Da er indefs auch bei guter Vergröfserung keinen Schwefelkies zu erkennen vermochte, so nahm er an, dafs er in dem Magnetkiese „chemisch aufgelöst“ sei. Den dadurch in den Analysen entstehenden Fehler hatte Stromeyer zu verbessern gesucht, indem er die Menge des Schwefelkieses bestimmte. Einige Jahre danach kam Berzelius auf denselben Gegenstand zurück und zeigte, dafs das von Stromeyer künstlich dargestellte Schwefeleisen mit dem dem Eisenoxydul entsprechenden Sulfuret identisch sein könne, da es bei der Auflösung in Säuren Schwefel abscheide. Stromeyer's Methode zur Darstellung des Einfach-Schwefeleisens biete keine Garantien für dessen Reinheit. Er habe dasselbe auf eine andere, jeden Zweifel an seiner Reinheit ausschliefsende Weise erhalten. Er habe

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

laminirtes, reines Eisen genommen, es mit Schwefel erhitzt und die Verbindung völlig ausgeglüht. Das gebildete Schwefeleisen sei nicht geschmolzen, könne also kein Eisen aufgelöst enthalten, sondern habe nur eine Rinde auf dem Eisen gebildet, von dem es durch Biegen leicht abzusondern gewesen wäre. So dargestelltes Schwefeleisen sei auch mit Eisen gesättigt, weil überschüssiges Eisen vorhanden gewesen, es löse sich ohne Abscheidung von Schwefel leicht in Salzsäure auf und entspreche vollständig dem Eisenoxydul. Indem nun Berzelius seine frühere Ansicht über die Zusammensetzung des Magnetkieses aufgab und die Richtigkeit der Stromeyerschen Analysen zugeben mufste, erklärte er jetzt den Magnetkies als eine Verbindung zweier verschiedener Schwefelungsstufen des Eisens und stellte für das Harzer Mineral die Formel

$$FeS_2 + 6\,FeS$$

auf. Das Mineral von Barèges, in welchem Stromeyer 24,4 pC. „Schwefeleisen im Maximo" gefunden hatte, betrachtete Berzelius als ein von dem Harzer Mineral verschiedenes und gab ihm die Formel

$$FeS_2 + 2\,FeS.$$

Letztere wurde indefs von den Mineralogen in Zweifel gezogen und Berzelius selbst gab auch sehr bald den Gedanken an ihre Selbständigkeit auf. Es blieb also nur als Ausdruck für die Zusammensetzung des Magnetkieses die Formel

$$FeS_2 + 6\,FeS = Fe_7S_8,$$

die indefs von manchen Mineralogen auch als eine Verbindung von

$$Fe_2S_3 + 5\,FeS = Fe_7S_8$$

aufgefafst wurde.

Da Berzelius an einer anderen Stelle sagt, dafs das Eisensesquisulfuret beim Erhitzen $^2/_9$ seines Schwefels verliert und sich dabei in Magnetkies verwandelt, so scheint er der Formel

$$Fe_7S_8$$

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

keinen allzu grofsen Werth beigelegt zu haben, denn

$$3Fe_2S_3 - S_2 = Fe_6S_7.$$

Freilich würde sich weder nach der einen noch nach der andern Formel die Zusammensetzung des Magnetkieses merkbar ändern. Sehr wahrscheinlich betrachtete also Berzelius den Magnetkies nicht als eine constant zusammengesetzte Verbindung, sondern als eine Verbindung von Monosulfuret mit Bisulfuret oder Sesquisulfuret in variablen Verhältnissen. Während der folgenden 20 Jahre analysirten Plattner, H. Rose und Berthier Magnetkiese von den verschiedensten Fundorten, aber keiner dieser Chemiker hatte Grund, die von Berzelius aufgestellte Formel

$$Fe_7S_8$$

zu ändern. Graf Schaffgottsch hingegen, der im Jahre 1840 den bereits von H. Rose untersuchten Magnetkies von Bodenmais auf's Neue untersuchte, fand, dafs er weniger Schwefel enthielt als die entsprechende Berzelius'sche Formel, was auch schon H. Rose gefunden hatte. Er berechnete auf Grund seiner Analysen für den Magnetkies von Bodenmais eine bis dahin noch nicht bekannte Formel und behauptete, dafs der Name Magnetkies drei verschiedene Mineralien bezeichne: die von Berzelius aufgestellten zwei Mineralspecies und eine dritte, für welche das Bodenmaiser Mineral den Typus bilde, dem er die Formel

$$9FeS + Fe_2S_3 = Fe_{11}S_{12}$$

gab. Diese Ansicht wurde indefs von G. Rose entschieden zurückgewiesen. Er hält diese Trennung für durchaus nicht gerechtfertigt, da den kleinen Differenzen der Analysen keine Unterschiede in den sonstigen Eigenschaften des Minerals entsprechen. Den niedrigeren Schwefelgehalt des Bodenmaiser Magnetkieses sucht er durch die Annahme zu erklären, dafs sich zwischen den Flächen der schaligen Zusammensetzungsstücke eine dünne Lage Eisenoxyd abgelagert habe. Auch Berzelius hielt die Ansicht des Grafen Schaffgotsch für noch nicht erwiesen. G. Rose wies ferner nach, dafs die auffallende Zusammensetzung des Magnetkieses von Barèges ihren Grund in beigemengtem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Schwefelkies habe und zeigte, dafs selbst Krystalle von Magnetkies einen Kern von Schwefelkies enthalten können. In seiner Abhandlung bekämpft er auch die Ansichten Breithaupt's, von Kobell's, Frankenheim's und Rammelsberg's, welche auf Grund der blofsen Isomorphie des Magnetkieses mit Einfach-Schwefelmetallen, wie Greenockit (CdS), Arsennickel (NiAs), Antimonnickel (NiSb) und Millerit (NiS), denselben als Einfach-Schwefeleisen betrachteten. Sie nahmen nämlich an, dafs, wenn Schwefel, Arsen und Antimon isomorph seien, für die erwähnten Sulfurete eine analoge Zusammensetzung aus je einem Atom der Bestandtheile folge. G. Rose zeigte aber an verschiedenen Beispielen, dafs aus der blofsen Krystallform gar nicht auf die chemische Natur geschlossen werden dürfe. Wenn man Breithaupt's Ansicht huldige, so müsse man die seitherige Fassung der Isomorphie aufgeben und alle Mineralien von ähnlicher Krystallform, wenn auch von noch so verschiedener atomistischer Zusammensetzung als isomorph betrachten, während es doch gerade ein wesentliches Erfordernifs der isomorphen Körper sei, dafs sie eine analoge Zusammensetzung besäfsen und sich gegenseitig zu ersetzen vermöchten, was jedoch bei dem Magnetkies nicht vorkomme. G. Rose machte auch darauf aufmerksam, dafs alle Magnetkiesanalysen einen Ueberschufs an Schwefel ergeben hätten, der weder als Schwefel in Substanz, noch als Schwefelkies vorhanden sein könne, denn ersterer müsse aus dem pulverisirten Mineral vermittelst Schwefelkohlenstoff ausgezogen werden können und letzterer beim Lösen des Minerals in verdünnter Salzsäure zurückbleiben, welches keines von beiden der Fall sei, wie es vom Grafen Schaffgotsch und Plattner, die darüber Versuche angestellt hätten, bewiesen worden wäre. Auch zeige der geschliffene und polirte Magnetkies nicht die geringste Ungleichartigkeit, wovon er sich selbst überzeugt habe. Einen weiteren, gegen Breithaupt's Ansicht sprechenden Grund erblickt G. Rose in dem Magnetismus des Magnetkieses, den man weder bei sorgfältig dargestelltem Einfach-Schwefeleisen, noch bei Millerit und Greenockit beobachtet habe. H. Rose habe diefs für

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

ein durch Reduction des Schwefelkieses im Wasserstoffstrome dargestelltes und Graf Schaffgotsch für ein durch Reduction des Magnetkieses im Wasserstoffstrome dargestelltes Einfach-Schwefeleisen bewiesen. Er habe sich, um ganz sicher zu sein, selbst nochmals durch Versuche mit, nach der oben erwähnten Berzelius'schen Methode dargestelltem Einfach-Schwefeleisen, von der Richtigkeit dieser Beobachtung überzeugt. Ueberdiefs habe der Magnetkies ein geringeres specifisches Gewicht als der Schwefelkies, welche Thatsache den Beweis liefere, dafs derselbe kein Einfach-Schwefeleisen sein könne, da die niedrigeren Schwefelungsstufen der Metalle stets ein höheres specifisches Gewicht hätten, als die höheren. Aus dem gerade umgekehrten Verhalten des Magnetkieses gehe also hervor, dafs derselbe unmöglich Einfach-Schwefeleisen, sondern nur eine Verbindung zweier verschiedener Schwefelungsstufen sein könne.

Im Jahre 1864 veröffentlichte Rammelsberg eine grofse und experimentell sehr reiche Arbeit über „die Schwefelungsstufen des Eisens, die Zusammensetzung des Magnetkieses und das Vorkommen des Eisensulfurets im Meteoreisen", in der er sämmtliche bis dahin gelieferte Magnetkiesanalysen discutirte und auf Grund theils alter, theils neuer von ihm gelieferter Analysen die Ansicht aussprach, dafs die wahrscheinlichste Formel des Magnetkieses

$$Fe_8S_9$$

sei. Den nickelhaltigen Magnetkies fand er sehr nahe den beiden Formeln

$$R_5S_6 \text{ und } R_6S_7$$

zusammengesetzt, unter der Voraussetzung jedoch, dafs Nickel und Eisen auf gleiche Weise mit Schwefel verbunden sind. Er glaubt indefs nicht, dafs der nickelhaltige Magnetkies in seiner Zusammensetzung von dem nickelfreien verschieden sei, wenigstens könne, sollte auch ein wirklicher Unterschied in der Zusammensetzung existiren, derselbe auch durch noch so sorgfältig ausgeführte Analysen nicht entschieden werden.

Im Jahre 1870 versuchte Blomstrand zu zeigen, dafs der Magnetkies entsprechend der Formel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

$$3\,FeS,\ Fe_2S_3 = Fe_5S_6$$

zusammengesetzt sei und endlich kehrte Lindström im Jahre 1875 wieder zu der schon von Rammelsberg ausgesprochenen Ansicht zurück, dafs die wahrscheinlich allen Magnetkiesen gemeinsame Formel

$$Fe_8S_9$$

sei.

Die Frage nach der chemischen Natur des Magnetkieses ist also noch keineswegs erledigt. Die Analysen schwanken in ziemlich weiten Grenzen, von Fe_6S_7 bis $Fe_{11}S_{12}$ oder von 60 bis 61,6 Proc. Eisen und von 38,4 bis 40 Proc. Schwefel ebenso auch die Verluste an Schwefel, die der Magnetkies im Wasserstoffstrome erleidet, von 3,2 bis 5,71 Proc.

Es entsteht sonach die Frage: ist der Magnetkies, dem Rammelsberg die allgemeine Formel

$$Fe_nS_{n+1}$$

giebt, überhaupt als eine chemische Verbindung aufzufassen, oder ist er als eine isomorphe Mischung zweier verschiedener Schwefelungsstufen zu betrachten? Oder endlich, ist der Magnetkies weder eine chemische Verbindung, noch eine isomorphe Mischung, sondern ein mechanisches Gemenge verschiedener Schwefelungsstufen, etwa von $FeS + FeS_2$, oder von $FeS + Fe_2S_3$ in wechselndenMengen der Componenten? Fassen wir den Magnetkies als eine chemische Verbindung auf, so müfste er, als ein krystallisirter Körper, eine constante Zusammensetzung zeigen; n müfste alsdann eine constante Zahl sein und die in den Analysen gefundenen Differenzen wären thatsächlich nicht vorhanden. Indefs dürfte die Richtigkeit von mehr als 70 Analysen doch kaum zu bezweifeln sein. Auch kehren dieselben Schwankungen bei magnetkiesähnlichen Producten, die man durch starkes Erhitzen von Eisenoxyd in Schwefelwasserstoff, nach Arfvedson auch durch Erhitzen von Halb-Schwefeleisen in letzterem erhalten kann, wieder.

Was die Annahme einer isomorphen Mischung betrifft, so ist eine solche aus dem Grund nicht annehmbar, weil krystallographische Beziehungen zwischen den in der Natur vor-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

kommenden Schwefelungsstufen des Eisens nicht erkennbar sind.

Wäre endlich der Magnetkies ein Gemenge verschiedener Schwefelungsstufen, so würden sich die Schwankungen in seiner Zusammensetzung auf sehr einfache Weise erklären. Indefs sprechen gewichtige Bedenken gegen diese Annahme. Einmal kann ein Gemenge niemals krystallisiren, was doch beim Magnetkiese, wenn auch selten, schon beobachtet worden ist; auch müfste ein Gemenge von FeS mit FeS_2 bei der Auflösung in verdünnter Salzsäure FeS_2 zurücklassen, da letzteres von verdünnten Säuren nicht angegriffen wird, was man bei reinem Magnetkiese, krystallisirtem und derbem, noch niemals beobachtet hat. Ein Gemenge von FeS mit Fe_2S_3 müfste beim Lösen in verdünnter Salzsäure ebenfalls FeS_2 hinterlassen, denn Fe_2S_3 zersetzt sich nach Rammelsberg durch dieselbe in sich auflösendes FeS und in zurückbleibendes FeS_2. Sprechen nun diese Thatsachen gegen die Annahme einer höheren Schwefelungsstufe im Magnetkiese? Könnte nicht vielleicht die wahre Zusammensetzung des Minerals durch die Analyse der verschiedenen, unter Zuhülfenahme eines Magneten erhaltenen Schlämmproducte eines reinen Magnetkieses ermittelt werden? Ergäben die Analysen verschiedene Resultate, so wäre der Beweis geliefert, dafs wir es mit einem Gemenge zu thun haben, ergäben sie übereinstimmende Resultate, so ginge daraus hervor, dafs der Magnetkies ein homogener Mineralkörper, ein Individuum, sei. Eines von beiden mufste mit Nothwendigkeit aus der Untersuchung hervorgehen.

Zu derselben wurde der durch seine Reinheit ausgezeichnete blätterige Magnetkies benutzt, den schon früher H. Rose, Graf Schaffgotsch und Rammelsberg analysirten.

Der Gang der Untersuchung war folgender:

Um einen möglichst reinen Magnetkies zu erhalten, wurden aus dem pulverisirten Mineral unter Wasser mit einem kräftigen Hufeisenmagneten die magnetischen Partikelchen ausgezogen, wobei eine Berührung der unteren Flächen der magnetischen Pole mit der Oberfläche des Magnetkiespulvers

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

sorgfältig vermieden wurde. Nachdem es auf diese Weise nach längerer Zeit gelungen war, einige Gramme auszuziehen, wurde das so erhaltene Pulver auf dem Wasserbade getrocknet, eine Probe davon entnommen und analysirt. Das übrige Material wurde in dem Achatmörser auf's Neue zerrieben und abermals unter Wasser mit dem Magneten behandelt. Der Rückstand wurde wieder feiner zerrieben und unter Wasser mit dem Magneten behandelt. Nachdem durch diese viermal wiederholte Operation alles Pulver von dem Magneten ausgezogen war, wurden die so erhaltenen vier völlig magnetischen Producte (I—IV) auf dem Wasserbade sorgfältig getrocknet und analysirt. Diese Operation wurde nun mit frischem Material wiederholt und zwar wurden hier sechs magnetische Producte (V—X) erhalten und einzeln analysirt. Mit verdünnter Salzsäure behandelt schieden sie sämmtlich Schwefel ab. Endlich wurde auch noch die ursprüngliche Substanz analysirt (XI).

Auch das Verhalten des Magnetkieses im Wasserstoffstrome wurde einer näheren Untersuchung unterworfen. Zu diesen letzteren Versuchen wurden vermittelst einer guten Lupe möglichst reine quarzfreie Stückchen des Minerals ausgelesen, die in Form eines feinen, durch Trocknen von mechanisch anhängendem Wasser befreiten Pulvers angewendet wurden. Das Glühen des Pulvers geschah in den drei ersten Versuchen in einem Platinschiffchen, in den drei letzten in einem Porcellanschiffchen. Das Schiffchen mit der Substanz wurde in eine am einen Ende ausgezogene, schwer schmelzbare Glasröhre gebracht, deren anderes Ende mit einem Chlorcalciumapparat in Verbindung stand. Letzterer war mit einer concentrirte Schwefelsäure enthaltenden Waschflasche, diese mit einem Gefäſse, welches eine Lösung von salpetersaurem Silber enthielt, und dieses schlieſslich mit einem continuirlichen Wasserstoffentwickelungsapparate verbunden. Nachdem der ganze Apparat mit Wasserstoffgas gefüllt und das ausströmende Gas an dem Ende der ausgezogenen Röhre angezündet war, wurde die Stelle der Röhre, an der sich das Schiffchen mit dem Erze befand, nach und nach zum Roth-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

glühen erhitzt. Eine Wasserbildung war bei keinem der Versuche zu bemerken. Anfangs war die Schwefelwasserstoffentwickelung in allen Versuchen ziemlich heftig; sie wurde jedoch nach kurzer Zeit schwach, dauerte aber unablässig fort, so dafs selbst nach 36stündigem Glühen noch eine deutliche Schwefelwasserstoffentwickelung constatirt werden konnte. Der reducirte Magneskies erkaltete bei jedem Versuche im Wasserstoffstrome. Aus dem Gewichtsverlust ergab sich die Menge des ausgetriebenen Schwefels. Als mehrere der reducirten Proben unter der Lupe genauer untersucht wurden, zeigten sich jedesmal zwei verschiedene Producte, das eine, auf dem Boden des Schiffchens, war mattgrau und äufserst magnetisch, das andere, welches in directer Berührung mit dem Wasserstoff gewesen, besafs noch die ursprüngliche Farbe des Magnetkieses, nur hatte es seinen metallischen Glanz verloren, war nicht im Geringsten magnetisch und löste sich in verdünnter Salzsäure beim Erwärmen mit Leichtigkeit, unter Schwefelwasserstoffentwickelung auf; es war also Einfach-Schwefeleisen. Bei zwei reducirten Proben hatten sich sehr schöne, glänzend schwarze Kryställchen gebildet, deren Menge zu einer Analyse leider nicht hinreichte. Von dem magnetischen Producte vermuthe ich, dafs es entweder metallisches Eisen oder ein Subsulfuret sei. Um diefs festzustellen, verband ich das Kölbchen, in dem sich das magnetische Product befand, einerseits mit einer Waschflasche, die mit einem continuirlichen Kohlensäureentwickelungsapparate in Verbindung war, andererseits vermittelst eines Kautschuckschlauches mit einer Glasröhre, die in eine kleine mit Kalilauge gefüllte Glaswanne tauchte. Durch den dreifach durchbohrten Stopfen des Kölbchens ging aufserdem noch eine bis fast auf den Boden reichende dünne Glasröhre, an die oben, vermittelst eines mit einem Quetschhahne versehenen Kautschuckrohres ein kleiner Glastrichter befestigt wurde. Sobald alle Luft aus dem Apparate verdrängt war, was leicht an der völligen Absorption der austretenden Kohlensäure durch die Kalilauge erkannt werden konnte, wurde durch den Glastrichter tropfenweise verdünnte Salzsäure zugegossen. Das sich entwickelnde

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Gas wurde unter einen umgestülpten, völlig mit Kalilauge gefüllten Cylinder geleitet, wobei die Kohlensäure und der sich etwa entwickelnde Schwefelwasserstoff absorbirt wurden, der Wasserstoff dagegen unabsorbirt blieb. Es zeigte sich hierbei eine ganz deutliche Entwickelung von Wasserstoff, der beim Verbrennen die charakteristischen Eigenschaften desselben ergab. Hierdurch ist also der Beweis geliefert, daſs die Reduction des Magnetkieses im Wasserstoffstrome weiter geht, als zur Bildung des Einfach-Schwefeleisens. Da die qualitative Untersuchung des Minerals nur Eisen und Schwefel ergab, so war der Gang der Analyse einfach folgender :

Das gepulverte Erz wurde mit Königswasser so lange digerirt, bis sich das Eisen und auch der Schwefel vollständig oxydirt hatten. Die völlige Oxydation des Schwefels nahm 1 bis 2 Tage in Anspruch, gelang aber stets vollständig, wenn die Temperatur während der Dauer der Oxydation 40 bis 50 Grade nicht überstieg. Die Auflösung in Königswasser zeigte in den meisten Fällen einen kleinen Rückstand, der in der Regel aus Quarz, seltener aus kleinen Flittern eines grünen chloridähnlichen Minerals bestand und der bei der Gewichtsbestimmung des Eisens und Schwefels berücksichtigt wurde. Aus der von der Gangart abfiltrirten Auflösung wurde das Eisen durch überschüssig zugesetztes Ammoniak unter fortwährendem Umrühren in der Wärme gefällt und nachdem sich der voluminöse Niederschlag abgesetzt hatte filtrirt, ausgewaschen, getrocknet, im Platintiegel geglüht und gewogen. Auch auf maſsanalytischem Wege ist das Eisen in einigen Fällen bestimmt worden. Die Auflösung in Königswasser wurde zu diesem Zwecke unter Zusatz von Schwefelsäure bis fast zur Trockne eingedampft, um alle Salzsäure und Salpetersäure zu verjagen. Zu dem Rückstand wurde verdünnte Schwefelsäure hinzugefügt und zur Entfernung der Gangart filtrirt.

Die Reduction des so erhaltenen schwefelsauren Eisenoxyds wurde durch metallisch reines Zink bewirkt, unter hinreichendem Zusatz von verdünnter Schwefelsäure, in einem schiefliegenden Kölbchen mit langem Halse. Sobald die Lösung

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

in der Wärme farblos erschien, war vollständige Reduction eingetreten. Die Lösung wurde rasch durch stärkefreie Leinwand filtrirt, entsprechend verdünnt und nach abermaligem Zusatz von verdünnter Schwefelsäure mit einer Lösung von übermangansaurem Kalium von bestimmtem Tagestitre titrirt. Sobald die Flüssigkeit einen Stich ins Braunrothe zeigte, war die Operation beendet. Der Schwefel wurde in besonderen Portionen bestimmt. Die Lösung des Minerals in Königswasser wurde abgedampft, mit verdünnter Salzsäure und dann mit Chlorbaryum versetzt. Da indefs die gefällte schwefelsaure Baryterde noch salpetersaure Baryterde enthielt, so mufste der geglühte Niederschlag, nachdem er gewogen, abermals mit verdünnter Salzsäure digerirt, ausgewaschen, geglüht und gewogen werden. Hierbei wurden keine guten Resultate erhalten. Vor dem Fällen der schwefelsauren Baryterde wurde deshalb die Salpetersäure durch Abdampfen unter Zusatz von Salzsäure zerstört, wodurch nur ein einmaliges Wägen der schwefelsauren Baryterde erfordert wurde. Zur Fällung derselben erhitzte ich die stark verdünnte salzsaure Lösung zum Kochen und fügte dann die ebenfalls stark verdünnte heifse Lösung von Chlorbaryum unter Umrühren rasch hinzu. Nachdem sich die schwefelsaure Baryterde vollständig abgesetzt hatte, wurde die überstehende Flüssigkeit vorsichtig auf das Filter gebracht und der Niederschlag nochmals mit kochendem Wasser digerirt. Nach dem Erkalten liefs sie sich alsdann gut filtriren und auswaschen. Einige Schwefelbestimmungen wurden auch durch Oxydation mit Salzsäure und chlorsaurem Kalium ausgeführt.

Die Analysen der verschiedenen mit dem Magneten erhaltenen Producte ergaben folgende Resultate :

A.

a. Eisenbestimmungen.

I. 0,2725 ergaben 0,23597 Fe_2O_3 = 0,16517 Fe = 60,612 Proc. Fe.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

II. 0,3190 ergaben 0,27577 Fe_2O_3 = 0,193 Fe = 60,501 Proc. Fe.

III. 0,2403 ergaben 0,20867 Fe_2O_3 = 0,14607 Fe = 60,786 Proc. Fe.

IV. 0,2664 ergaben 0,2304 Fe_2O_3 = 0,16127 Fe = 60,536 Proc. Fe.

b. Schwefelbestimmungen.

I. 0,4504 ergaben 1,29467 SO_4Ba = 0,1778 S = 39,476 Proc. S.

II. 0,6791 ergaben 1,93337 SO_4Ba = 0,26552 S = 39,098 Proc. S.

III. 0,5104 ergaben 1,47587 SO_4Ba = 0,20269 S = 39,711 Proc. S.

IV. 0,2032 ergaben 0,58417 SO_4Ba = 0,08023 S = 39,483 Proc. S.

B.

a. Eisenbestimmungen.

V. 0,2432 ergaben 0,14734 Fe = 60,583 Proc. Fe
VI. 0,2007 ergaben 0,12117 Fe = 60,373 Proc. Fe
VII. 0,2117 ergaben 0,12852 Fe = 60,708 Proc. Fe
} Massanalytisch bestimmt

VIII. 0,3629 ergaben 0,3147 Fe_2O_3 = 0,22029 Fe = 60,702 Proc. Fe.

IX. 0,3696 ergaben 0,3205 Fe_2O_3 = 0,22435 Fe = 60,701 Proc. Fe.

X. 0,2164 ergaben 0,1872 Fe_2O_3 = 0,13104 Fe = 60,554 Proc. Fe.

b. Schwefelbestimmungen.

V. 0,2494 ergaben 0,7169 SO_4Ba = 0,09845 S = 39,474 Proc. S.

VI. 0,2902 ergaben 0,8371 SO_4Ba = 0,11496 S = 39,614 Proc. S.

VII. 0,1808 ergaben 0,5186 SO_4Ba = 0,071224 S = 39,405 Proc. S.

VIII. 0,1554 ergaben 0,4457 SO_4Ba = 0,06121 S = 39,388 Proc. S.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Für IX und X wurde der Schwefelgehalt nur aus der Differenz berechnet.

Die Analyse des nicht mit dem Magneten behandelten Magnetkieses ergab folgende Resultate :

Maßanalytisch bestimmt { XI_a. 0,3437 ergaben 0,20719 Fe = 60,282 Proc. Fe.
XI^b. 0,3684 ergaben 0,22298 Fe = 60,526 Proc. Fe.

XI_c. 0,3918 ergaben 0,3381 Fe_2O_3 = 0,23667 Fe = 60,405 Proc. Fe.

XI_d. 0,4865 ergaben 0,4215 Fe_2O_3 = 0,29505 Fe = 60,647 Proc. Fe.

Der Schwefel ist hier nur aus der Differenz berechnet worden.

Die Resultate der Analysen der verschiedenen Producte zeigen, wie leicht ersichtlich, keine erheblichen Verschiedenheiten, wenigstens keine gröſseren, als sie sich bei allen Mineralanalysen mehr oder weniger finden. Es wäre also zwecklos, die Analysen gesondert zu betrachten. Stellen wir die Resultate in der Reihenfolge der Producte, wie sie durch den Magneten erhalten wurden, übersichtlich zusammen, indem wir nach Rammelsberg's Vorgange mit A. den Gehalt an Eisen, mit B. den Gehalt an Schwefel, a. direct, b. durch Differenz gefunden, bezeichnen, so erhalten wir :

	A.	B. a.	B. b.
I.	60,612	39,476	39,388
II.	60,501	39,098	39,499
III.	60,786	39,711	39,214
IV.	60,536	39,483	39,464
V.	60,583	39,474	39,417
VI.	60,373	39,614	39,627
VII.	60,708	39,405	39,292
VIII.	60,702	39,388	39,298
IX.	60,701	—	39,299
X.	60,554	—	39,446
XI^a.	60,282	—	39,718
XI_b.	60,526	—	39,474
XI_c.	60,405	—	39,595
XI_d.	60,647	—	39,353.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Dividirt man diese Zahlen durch die bezüglichen Atomgewichte und ordnet die sich ergebenden Atomverhältnisse nach steigendem Schwefelgehalt, so werden folgende Verhältnisse zwischen Eisen und Schwefel erhalten :

	Fe	:	S		Fe	:	S
III.	1,0854	:	1,2254	=	1	:	1,1289
VIII.	1,0839	:	1,2280	=	1	:	1,1320
IX.	1,0839	:	1,2280	=	1	:	1,1320
VII.	1,0840	:	1,2278	=	1	:	1,1326
XI_d.	1,0829	:	1,2297	=	1	:	1,1355
I.	1,0823	:	1,2308	=	1	:	1,1372
V.	1,0818	:	1,2317	=	1	:	1,1385
X.	1,0813	:	1,2326	=	1	:	1,1399
XI_b.	1,0808	:	1,2335	=	1	:	1,1412
IV.	1,0810	:	1,2341	=	1	:	1,1416
II.	1,0803	:	1,2343	=	1	:	1,1425
XI_c.	1,0786	:	1,2373	=	1	:	1,1471
VI.	1,0780	:	1,2383	=	1	:	1,1487
XI_a.	1,0764	:	1,2411	=	1	:	1,1530.

Die Atomverhältnisse schwanken von 1 : 1,1289 bis 1 : 1,1530, ersteres einer zwischen Fe_7S_8 und Fe_8S_9, doch näher bei Fe_8S_9 liegenden Formel entsprechend, letzteres nahezu der Formel Fe_7S_8 entsprechend. Das mittlere Atomverhältnifs ergiebt sich hier zu

1 : 1,1393

oder 7 : 7,9751, d. i. sehr nahe

Fe_7S_8,

60,492 Proc. Fe und 39,508 Proc. S entsprechend. Die Schwankungen in der Zusammensetzung sind hier so gering, dafs sie als auf Versuchsfehlern beruhend betrachtet werden müssen, um so mehr, als die Zunahme des Schwefelgehalts ganz unabhängig ist von der Reihenfolge der Schlämmproducte. Man kann also sagen, dafs die Zusammensetzung der Schlämmproducte und der ursprünglichen Substanz die gleiche ist.

Der Magnetkies von Bodenmais zeigt also eine constante Zusammensetzung und der höhere Schwefelgehalt desselben

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

kann weder auf eine mechanische Beimengung von Schwefelkies noch von Schwefel zurückgeführt werden. Ein reiner Magnetkies hinterläfst, mit verdünnter Salzsäure digerirt, nur einen aus Schwefel bestehenden Rückstand, was Rammelsberg schon vor einer Reihe von Jahren an dem Magnetkiese von Bodenmais gezeigt hat und wovon ich mich selbst überzeugt habe.

Indefs ist damit die Schwierigkeit der Deutung der chemischen Constitution des Magnetkieses noch keineswegs beseitigt und eine Erklärung seines höheren Schwefelgehaltes und seines Verhaltens gegen verdünnte Salzsäure kann auch jetzt noch nicht gegeben werden. Vielleicht kann durch die Analyse eine Entscheidung in dieser Frage überhaupt nicht gegeben werden. Nordenskiöld, der eine Theorie über additionelle Bestandtheile, die in Mineralien vorkommen, aufgestellt hat, betrachtet den Magnetkies als eine Vereinigung von Einfach-Schwefeleisen mit wechselnden Quantitäten Schwefel. Ersteres ist nach ihm der sogenannte formgebende Bestandtheil, letzterer nur ein auf die Form unbedeutend einwirkender additioneller Bestandtheil. Wenn diese Theorie richtig wäre, so würde dadurch allerdings die Verschiedenheit in den Analysen und die krystallographische Uebereinstimmung mit Millerit und Greenockit erklärt. Indefs werden auch durch diese Theorie die früher erörterten Bedenken bezüglich der Annahme unsichtbar beigemengten Schwefels, der nicht experimentell bestätigt werden kann, keineswegs überwunden. Auch würde diese Theorie nicht mehr genügen, wenn sich herausstellen sollte, dafs der Magnetkies nicht hexagonal, sondern rhombisch krystallisirte (wie A. Streng annimmt, der ihn für isomorph mit dem Silberkies hält), was immerhin möglich sein könnte, da in Auerbach gefundene Krystalle rhombischen Habitus zeigen (vgl. die Arbeit von L. Roth in dem 17. Berichte der Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, S. 45).

Bei der Reduction des Magnetkieses im Wasserstoffstrome wurden folgende Resultate erhalten :

I. 0,3894 verloren nach 36 stündigem Glühen 0,1057 S = 27,144 Proc. S.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

II. 0,7645 verloren nach 12stündigem Glühen 0,0922 S = 12,16 Proc. S.

III. 0,2996 verloren nach 12stündigem Glühen 0,0381 S = 10,101 Proc. S.

IV. 0,3048 verloren nach 24stündigem Glühen 0,0729 S = 23,918 Proc. S.

V. 0,2571 verloren nach 3stündigem Glühen 0,0148 S = 5,766 Proc. S.

VI. 0,5865 verloren nach 15stündigem Glühen 0,066 S = 11,353 Proc. S.

Nach G. Rose, Plattner und Rammelsberg wird der Magnetkies, im Wasserstoffstrome geglüht, zu Einfach-Schwefeleisen reducirt. Aus den Resultaten vorstehender Versuche geht jedoch hervor, dafs das Mineral, bei anhaltendem Durchleiten von Wasserstoff, weit mehr Schwefel verliert, als dem Ueberschufs über das Einfach-Schwefeleisen entspricht. Sehr wahrscheinlich haben die genannten Chemiker den Magnetkies nur einige Stunden im Wasserstoffstrome geglüht, in welcher Zeit sich nur der Ueberschufs an Schwefel über das Einfach-Schwefeleisen verflüchtigen konnte, wie es auch der fünfte Versuch beweist.

Endlich ergab die Analyse des im Wasserstoffstrome gebildeten grauen magnetischen Productes folgendes Resultat:

0,0850 ergaben 0,1137 Fe_2O_3 = 0,079589 Fe = 93,631 Proc. Fe (6,369 Proc. S),

d. i. sehr nahe Fe_8S, indefs wahrscheinlich ein Gemenge von Sulfuret mit metallischem Eisen, wie sich aus dem Verhalten dieses Productes gegen HCl ergiebt.

Zum Schlusse möge die schon von Lindström gegebene Zusammenstellung der bis jetzt bekannt gewordenen Analysen, um einige neuere vermehrt, folgen :

1. Moël Aelion, Wales (Hatchet) :

	a	b	Mittel
Fe =	(64,71)	(66,35)	(65,53)
S =	35,29	33,65	34,47
	100,00	100,00	100,00.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Svecifisches Gewicht = 4,518.

Die eingeklammerten Zahlen sind hier und bei allen folgenden Analysen aus dem Verlust bestimmt.

2. Treseburg, Harz (Stromeyer):

Fe	= 60,42
S	= 39,58
	100,00.

Der Schwefel ist hier vermuthlich aus dem Verlust bestimmt. Das Mineral enthielt 3,92 Proc. Schwefelkies.

3. Barèges, Pyrenäen (Stromeyer):

Fe	= 60,42
S	= 39,58
	100,00.

Der Schwefel ist vermuthlich aus dem Verlust bestimmt. Das Mineral enthielt 24,42 Proc. Schwefelkies.

4. Bodenmais (H. Rose):

Fe	= 61,10
S	= 38,60
Quarz	= 0,82
	100,52.

5. Falun (Akerman):

Fe	= 60,29
S	= 39,84
	100,13.

6. Brasilien (Berthier):

Fe	= 62,62
S	= 37,38
	100,00.

Hier wurde weder das Eisen noch der Schwefel direct bestimmt. Die Analyse wurde in der Weise ausgeführt, dafs das Mineral mit Salzsäure zersetzt, der ungelöste Theil gewogen und der Schwefel in demselben bestimmt wurde. Was sich auflöste wurde als Einfach-Schwefeleisen betrachtet. Die Analyse ergab aufserdem noch einige Procente Schwefel und Kupferkies, die abgerechnet wurden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

7. Sion (Berthier):

	a	b
Fe =	57,78	40,85
S =	37,52	26,15
Quarz =	3,70	28,00
Schwefelkies =	1,00	5,00
	100,00	100,00.

Das Mineral war etwas kupferhaltig.

8. Conghonas da Campo (Plattner):

Fe = 60,21
S = 40,24
100,45.

Verlust in Wasserstoff = 4,92 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,627.

9. Falun (Plattner):

Fe = 60,29
S = 39,84
100,13.

Verlust in Wasserstoff = 4,72 Proc. S.

Diese Analyse stimmt genau mit Akerman's Analyse von demselben Fundorte überein.

10. Bodenmais (Schaffgotsch):

	a	b	Mittel
Fe =	61,19	61,16	61,18
S =	(38,81)	(38,83)	(38,82)
	100,00	100,00	100,00.

Verlust in Wasserstoff = 3,36 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,622.

11. Klefva, Smaland (Berzelius):

Fe = 58,19
S = (37,54)
Ni = 3,04
Co = 0,09
Mn = 0,23
Cu = 0,45
Quarz = 0,46
100,00.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Verlust in Wasserstoff = 3,75 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,674.

12. Garpenberg (v. Ehrenheim) :

Fe	=	57,54
S	=	32,05
Cu	=	Spur
Quarz	=	3,00
		92,59.

13. Modum, Smaland (Scheerer) :

Fe	=	56,86
Ni	=	2,83
S	=	40,52
		100,21.

14. Rajpootanah (Middleton) :

Fe	=	62,27
S	=	37,73
CaO	=	Spur
		100,00.

Der Schwefel ist vermuthlich aus dem Verlust bestimmt worden.

Specifisches Gewicht = 2,58.

15. Gap Mine (Boye) :

Fe	=	41,73
S	=	24,72
Ni	=	4,55
Cu	=	1,30
Pb	=	0,27
Al_2O_3	=	1,70
CaO	=	Spur
Quarz	=	25,46
		99,73.

Specifisches Gewicht = 4,193.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

16. Inverary, Schottland :

	a	b
Fe =	50,4	50,4
S =	37,0	37,6
Ni =	7,1	6,5
Co =	Spur	Spur
CaO =	0,9	0,7
MgO =	2,1	2,2
Quarz =	2,0	2,0
	99,5	99,4.

Das Mineral war mit Schwefelkies verwachsen.

17. Bernkastel (Baumert) :

	a	b	Mittel
Fe =	61,00	61,02	61,01
S =	(39,00)	(38,98)	(38,99
	100,00	100,00	100,00.

18. Piemont (Tournaire) :

Fe =	54,4
S =	(35,5)
Ni =	0,2
Gangart =	9,9
	100,0.

Specifisches Gewicht = 4,27.

19. Treseburg (Rammelsberg) :

Fe =	(59,44)
S =	40,56
	100,00.

20. Unbekannt (Rammelsberg) :

Fe =	58,90
S =	39,95
Ni =	2,60
	101,45.

21. Bodenmais (Rammelsberg) :

Fe =	60,66
S =	(39,34)
	100,00.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

22. Treseburg (Rammelsberg):

	a	b	c	d	Mittel
Fe =	59,05	58,33	59,35	59,19	58,98
S =	(40,95)	39,75	(40,65)	(40,81)	(39,75)
	100,00	98,08	100,00	100,00	98,73.

Verlust in Wasserstoff = 6,75 Proc. S.

Specifisches Gewicht = 4,513.

Das Mineral war von Brauneisenstein durchzogen.

23. Harzburg (Rammelsberg):

	a	b	Mittel
Fe =	60,42	60,25	60,34
Ni =	0,65	—	0,65
S =	(38,93)	(39,75)	(39,65)
	100,00		100,64.

Verlust in Wasserstoff = 3,99 Proc. S.

Specifisches Gewicht = 4,58.

Das Mineral war von Quarz und Glimmer durchzogen.

24. Trumbull (Rammelsberg):

	a	b	c	Mittel
Fe =	60,91	60,66	60,70	60,76
S =	(39,09)	(39,34)	(39,30)	(39,24)
	100,00	100,00	100,00	100,00.

Verlust in Wasserstoff = 5,04 Proc. S.

Specifisches Gewicht = 4,64.

Das blätterige Mineral war an einzelnen Stellen von Glimmer und Kupferkies durchwachsen.

25. Xalastoc (Rammelsberg):

	a	b	Mittel
Fe =	61,25	61,34	61,30
S =	(38,75)	(38,66)	(38,70)
	100,00	100,00	100,00.

Verlust in Wasserstoff = 3,87 Proc. S.

Specifisches Gewicht = 4,564.

In dem Mineral waren kleine schwarze Granatoeder eingewachsen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

26. Unbekannt, krystallisirt (Rammelsberg):

Fe = 60,26
S = (39,74)
100,00.

Verlust in Wasserstoff = 5,05 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,623.

27. Gap Mine (Rammelsberg):

Fe = 55,82
Ni = 5,59
S = (38,59)
100,00.

Verlust in Wasserstoff = 5,36 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,543.
Das derbe Mineral war mit Quarz und Glimmer verwachsen.

28. Horbach, Baden (Rammelsberg):

Fe = 55,96
Ni = 3,86
S = 40,01
99,83.

Verlust in Wasserstoff = 5,56 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,7.
Das derbe Mineral war mit Strahlstein verwachsen und enthielt 0,58 Proc. Kupferkies, die abgerechnet wurden.

29. Hilsen (Rammelsberg):

Fe = 56,57
Ni = 3,16
Si = (40,27)
100,00.

Verlust in Wasserstoff = 6,65 Proc. S.
Specifisches Gewicht = 4,577.
Das derbe blätterige Mineral war mit Schwefelkies verwachsen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

30. Unbekannt, krystallisirt (Rammelsberg):

Fe	=	56,42
Ni	=	3,33
S	=	40,56
		100,31.

Verlust in Wasserstoff = 6,19 Proc. S.

Specifisches Gewicht = 4,609.

Das Mineral war ein Bruchstück eines sechsseitigen Prismas, welches schwarze Glimmerblättchen enthielt.

31. Bodenmais (v. Leuchtenberg):

	a	b	c	d	e	f	Mittel
Fe =	61,11	61,13	60,99	61,34	61,48	60,52	61,11
S =	(38,89)	(38,87)	38,21	39,55	38,63	(39,48)	38,80
	100,00	100,00	99,20	100,89	100,11	100,00	99,91.

Specifisches Gewicht = 4,54.

32. Hausach (Petersen):

Fe	=	58,31
Ni, Co	=	0,63
S	=	39,93
Pb	=	0,10
Cu	=	0,36
As	=	0,15
Ti	=	Spur
		99,48

Das Mineral enthielt aufserdem Spuren von Mangan, Wismuth und Silber.

33. Auerbach (Petersen):

Fe	=	59,39
Ni, Co	=	0,06
S	=	39,90
Ti	=	0,17
		99,52

Specifisches Gewicht = 4,583.

Das Mineral enthielt Spuren von Mangan.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

34. New-York (Hahn):

Fe	= 58,31
Ni, Co	= 2,28
S	= 39,41
	100,00.

Der Schwefel wurde wahrscheinlich aus dem Verluste bestimmt.

35. Utö (Lindström):

Fe	= 60,91
S	= 38,22
Quarz	= 0,97
	100,10.

Specifisches Gewicht = 4,627.

36. Freiberg (Lindström):

Fe	= 60,18
S	= 38,88
Quarz	= 0,87
	99,93.

Specifisches Gewicht = 4,642.

37. Kongsberg (Lindström):

Fe	= 60,20
S	= 38,89
Quarz	= 0,98
	100,07.

Specifisches Gewicht = 4,584.

38. Tammela (Lindström):

Fe	= 59,87
Ni	= 0,09
S	= 39,75
Quarz	= 0,45
	100,16.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

39. Smörvik (Lindström):

Fe	=	59,40
Ni	=	0,51
S	=	38,77
Quarz	=	1,22
		99,90.

40. Adolfsgrube (Lindström):

Fe	=	60,85
Ni	=	0,04
S	=	37,77
Quarz	=	1,91
		100,57.

41. Elizabethtown (Smith):

Fe	=	59,88
S	=	39,24
		99,12.

Specifisches Gewicht = 4,642.

42. Lowell, Massachusetts (How):

Fe	=	53,75
Ni	=	2,41
S	=	33,91
Gangart u. Verlust	=	9,93
		100,00.

43. Geppersdorf, Schlesien (Schumacher):

Fe	=	60,76
S	=	(38,64)
Bergart	=	0,60
		100,00.

Lindström, der die Analysen einer genauen Durchsicht unterwarf, fand, dafs eine grofse Zahl derselben zur Berechnung einer Formel unbrauchbar ist. So schlofs er die Analysen 1, 2, 3, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 18, 19, 22 und 36 aus, 2, 3, 6, 7, 12, 14, 15, 16, 22 und 36, weil der untersuchte Kies mit fremden Mineralien verwachsen war, oft mit Schwefel- und Kupferkies, 1, 6 und 7 auf Grund der analytischen Methoden, 12 und 19, weil unvollständig und 14 als zweifelhaft

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

wegen des auffallend niedrigen specifischen Gewichts. Berechnet man nun von den übrigen die nickelfreien auf Eisen und Schwefel, einschliefslich derjenigen, die nur wenig Nickel enthalten, und die nickelhaltigen auf Eisen, Nickel und Schwefel, so hat man, wenn A den Gehalt an Eisen, B den Gehalt an Nickel, C den Gehalt an Schwefel, a direct, b durch Differenz gefunden bedeutet :

	A	B	a	C	b
4.	61,283	—	38,716		—
5.	60,29	—	39,84		—
8.	60,21	—	40,24		—
9.	60,29	—	39,84		—
10.	61,18	—	—		38,82
11.	58,914	3,077	—		38,009
13.	56,86	2,83	40,52		—
17.	61,01	—	—		39,99
20.	58,90	2,60	39,95		—
21.	60,66	—	39,34		—
22.	58,98	—	—		39,75
24.	60,76	—	—		39,24
25.	61,30	—	—		38,70
26.	60,26	—	—		39,74
27.	55,82	5,59	—		38,59
28.	55,96	3,86	40,01		—
29.	56,57	3,16	—		40,27
30.	56,42	3,33	40,56		—
31.	61,11	—	38,80		—
33.	59,824	—	40,185		—
34.	58,31	2,28	—		39,41
35.	61,44	—	38,555		—
36.	60,751	—	39,248		—
37.	60,752	—	39,247		—
38.	60,044	0,09	39,865		—
39.	60,194	0,516	39,288		—
40.	61,676	0,04	38,282		—
41.	59,88	—	39,24		—
42.	59,675	2,675	37,648		
43.	61,13	—	38,87		—

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Bei der Berechnung der Atomverhältnisse wurde die willkürliche Annahme gemacht, dafs Nickel und Eisen auf gleiche Weise mit Schwefel verbunden seien. Der Nickelgehalt wurde auf Eisen berechnet und zu dem gefundenen Eisengehalt hinzuaddirt. Ordnet man auch hier die Atomverhältnisse nach steigendem Schwefelgehalt, so ergeben sich folgende Zahlen :

	Fe	:	S		Fe	:	S
42.	1,1085	:	1,1762	=	1	:	1,0610
11.	1,1038	:	1,1877	=	1	:	1,0760
40.	1,1020	:	1,1963	=	1	:	1,0855
35.	1,0971	:	1,2048	=	1	:	1,0981
27.	1,0930	:	1,2059	=	1	:	1,1032
25.	1,0946	:	1,2093	=	1	:	1,1047
4.	1,0943	:	1,2098	=	1	:	1,1055
31.	1,0921	:	1,2125	=	1	:	1,1102
10.	1,0925	:	1,2131	=	1	:	1,1103
43.	1,0916	:	1,2146	=	1	:	1,1126
24.	1,0850	:	1,2262	=	1	:	1,1301
37.	1,0848	:	1,2264	=	1	:	1,1306
36.	1,0848	:	1,2265	=	1	:	1,1306
39.	1,0841	:	1,2277	=	1	:	1,1324
21.	1,0832	:	1,2293	=	1	:	1,1348
20.	1,0966	:	1,2484	=	1	:	1,1384
34.	1,0805	:	1,2315	=	1	:	1,1397
41.	1,0692	:	1,2262	=	1	:	1,1468
17.	1,0893	:	1,2496	=	1	:	1,1471
26.	1,0760	:	1,2418	=	1	:	1,1541
5.	1,0766	:	1,2450	=	1	:	1,1564
9.	1,0766	:	1,2450	=	1	:	1,1564
38.	1,0738	:	1,2457	=	1	:	1,1601
8.	1,0751	:	1,2575	=	1	:	1,1696
28.	1,0675	:	1,2503	=	1	:	1,1732
33.	1,0682	:	1,2557	=	1	:	1,1755
22.	1,0532	:	1,2421	=	1	:	1,1793
29.	1,0646	:	1,2584	=	1	:	1,1820
13.	1,0641	:	1,2662	=	1	:	1,1899
30.	1,0649	:	1,2675	=	1	:	1,1902.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; download unter www.zobodat.at

Die Atomverhältnisse schwanken von 1 : 1,0610 bis 1 : 1,1902, ersteres nahezu der Formel $Fe_{16}S_{17}$ (16 : 16,9760), letzteres fast Fe_5S_6 (5 : 5,9510) entsprechend.

Diese bedeutenden Abweichungen in der Zusammensetzung des Magnetkieses müssen also, da doch wohl die Richtigkeit einer so grofsen Zahl von Analysen nicht angezweifelt werden kann, thatsächlich vorhanden sein. Das mittlere Atomverhältnifs, welches sich hier zu

1 : 1,1361

oder 7 : 7,9527 d. i. nahezu

Fe_7S_8

ergiebt, wird daher keineswegs den wahren Ausdruck für die Zusammensetzung des Magnetkieses darstellen, um so weniger, je gröfser die Abweichungen sind. Man gelangt so, da eine mechanische Beimengung von FeS_2 und von Schwefel nicht vorhanden ist, zu der schon von Rammelsberg aufgestellten allgemeinen Formel

$$Fe_nS_{n+1},$$

wo n von 5 bis 16 wachsen kann. Dieser auffallende Wechsel der Zusammensetzung wiederholt sich, wie A. Streng in einer neueren Arbeit über den Silberkies von Andreasberg gezeigt hat, auch in der Zusammensetzung des Silberkieses, für welchen derselbe die allgemeine Formel

$$Ag_2S + pFe_nS_{n+1}$$

aufgestellt hat. Der Silberkies stellt also hiernach eine Mischung dar von Ag_2S mit wechselnden Mengen eines dem Magnetkies völlig analogen Schwefeleisens, und Streng wirft deshalb die Frage auf, ob der Silberkies nicht vielleicht als eine isomorphe Mischung von Acanthit (Ag_2S) mit Magnetkies betrachtet werden könne, läfst diese Frage aber unentschieden, da bis jetzt noch keine Isomorphie des Silberkieses mit genannten beiden Mineralien beobachtet worden ist. Zugleich zeigt er, dafs die Formen des Magnetkieses, wenn man ihre rhombische Natur behauptet, auf die Formen des Silberkieses zurückgeführt werden können, woraus hervorgehe, dafs eine Isomorphie von Silberkies, Magnetkies und Acanthit immerhin nicht ausgeschlossen sei.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: 18

Autor(en)/Author(s): Habermehl Heinrich

Artikel/Article: Ueber die Zusammensetzung des Magnetkieses. 83-112