

# Der Meteorit von Marjalahti.

## Der Fall des Meteoriten.

Der Fall eines Meteoriten fand am 1. Juni 1902 bei Marjalahti statt. Marjalahti ist eine Bucht des Ladoga-Sees und liegt im Kirchspiele Jaakkima, Viborgs Län, Finnland; 5° 15' östlich von Helsingfors und auf 61° 32' nördlicher Breite.

Das Phänomen wurde an vielen Orten im südöstlichen Finnland wahrgenommen, und die Zeitungen der Gegend enthalten zahlreiche Berichte darüber. Derartige Zeitungsnotizen bringen weder detaillierte noch besonders exakte Angaben, aber da sie unabhängig von einander geschrieben worden sind, kann man dadurch, dass man sie mit einander vergleicht und die mit einander übereinstimmenden Angaben aussucht, durch sie den Verlauf der Erscheinung ausfindig machen.

## Mitteilungen über den Fall.

1. *Ylä-Uuksu*. Ein Meteor wurde in Ylä-Uuksu am 1. Juni um 10,20 Uhr Nachmittags gesehen. Er zog von SO nach NW, eine lange sich krümmende Spur hinterlassend. Nachdem er verschwunden war, hörte man ein gewitterähnliches Donnern. *Laatokka* 7/8 1902.

2. *Pitkäranta*. Ein Naturphänomen wurde in Pitkäranta gegen 10,30 Uhr Abends am 1. Juni beobachtet. Es war eine Feuerkugel so gross wie ein Menschenkopf, die sich mit schwindelnder Schnelle zwischen den Wolken von NW nach SW bewegte; sie erlosch zeitweise für einen Augenblick und senkte sich dann zum Ladoga hinab. Kurz vor dem Verschwinden teilte sie sich in zwei Teile, wobei ein gewitterähnliches, so starkes Getöse gehört wurde, dass die Fenster an manchen Orten klirrten und es schien, als ob der Boden gezittert hätte.

An der Stelle des Himmels, wo der Meteor vorüber gezogen war, sah man noch viel später helle, wie mit einer Feder kreuz und quer gezogene Lichtstreifen.

Dasselbe Phänomen beobachteten auch einige Fischer, die auf einer Insel im selben Kirchspiele sich befanden. Auch sie hörten den starken Knall, und es schien ihnen als ob die ganze Insel unter ihnen gebebt hätte. *Laatokka*.  $11/6$  1902.

3. *Ilomants*. Ein Meteor wurde in Ilomants um 10,10 Uhr Abends am 1:sten dieses Monats wahrgenommen. Die Richtung desselben ging von Osten nach Westen. Die Kugel war erst von der Grösse eines Kopfes, nahm jedoch allmählich ab und hatte schliesslich nur die Grösse eines gewöhnlichen Sternes. Sie sprühte die ganze Zeit Funken. Die Kugel schien sich in der Atmosphäre der Erde zu befinden und hinterliess einen noch 15 Minuten andauernden hellen Schein, der schliesslich eine Zickzacklinie bildend verschwand. *Pohjois Karjala*.  $5/6$  1902.

4. *Värtsilä*. Ein selten schöner Meteor wurde in Värtsilä 10,12 Uhr Nachmittags gesehen. Als eine Schar von Dorfjugend am Abend heimkehrte und sich eben auf einem Hügel befand, zeigte sich ihnen plötzlich am nördlichen Himmel eine grosse, leuchtende Feuerkugel, die ungefähr 26 Sekunden sichtbar war und sich dann bogenförmig gegen SW senkte, indem sich von ihr glühende Funken absonderten, sodass von der grossen Kugel schliesslich nur eine leuchtende Spur, die noch eine Stunde später sichtbar war, nachblieb. *Karjalatar*.  $5/6$  1902.

5. *Kaurila*. Aus Kaurila an der karelischen Bahn wird uns geschrieben: „Ungefähr um 10,10 Uhr Sonntag Abend wurde am Himmel ein Naturphänomen, eine Feuerkugel, die sich von Osten nach Westen senkte, wahrgenommen. Die Kugel hatte einen klaren Schein, aber beim Verschwinden, welches ohne Knall vorsichging, eine blaue und violette Farbe. Sie war ungefähr 2 Minuten sichtbar. 27 Minuten später erschien eine zweite aber kleinere Kugel, die nur etwa 4 Sek. sichtbar blieb. *Viborgs Nyheter*.  $3/6$  1902.

6. *Tikkala bei Onkamo*. Ein schönes Naturphänomen zeigte sich um  $1/2$  10 Uhr abends in Tikkala bei Onkamo. Von Nord nach Süd schoss mit Pfeilesschnelle eine Feuerkugel dahin, von der Grösse eines Kopfes, einen langen leuchtenden Streifen hinterlassend, der vielleicht  $1/4$  Stunde sichtbar blieb. *Karjalatar*.  $3/6$  1902.

7. *Joensuu*. In der Umgegend der Stadt Joensuu beobachtete man um 10,5 Uhr abends eine blendende, klar leuchtende Feuerkugel die Anfangs hell, gross und schön war, aber später eilte ein kleiner Teil der Kugel voraus und der grössere ihm nach. Ein Stück weiter nach Süden schienen die Teile sich wieder zu vereinigen, indem sie zu gleicher Zeit verschwanden. Der Schein dauerte nur etwa 5 Sek. Doch sah man an der Stelle des Himmels, von wo aus das Meteor erschienen war, noch 15 Minuten später einen leuchtenden, schlängelnden Streifen, und es schien als ob die Wolken in Brand geraten wären. *Karjalatar*.  $3/6$  1902.

8. *Joensuu*. Ein ungewöhnliches Phänomen bemerkte man in Joensuu, um ungefähr 10 Uhr abends am vorigen Sonntag. Am östlichen Himmel zeigte sich ein langgezogener klarer Schein. Dieser Schein entstand wahrscheinlich in den Spuren des ganz zur selben Zeit bemerkten Me-

teors, der unter intensivem Lichtschein in SW verschwand. *Pohjois Karjala.*  $\frac{3}{6}$  1902.

9. *Oravi.* Das Naturphänomen zeigte sich auch in Oravi. Um 10 Uhr am letzten Sonntag sah man am Himmel einen klaren kugelförmigen Schein, der 15 Minuten anhielt. Der Schein entstand am Zenith und zog nach Osten. Er hinterliess eine intensiv glänzende Spur, welche die Form des grossen A annahm. Dann entstand nebenan ein anderer Buchstabe, der das Aussehen vom kleinen a hatte. Die leuchtende Spur krümmte sich und „wedelte mit dem Schweif“. *Viipurin Sanomat.*  $\frac{7}{6}$  1902.

10. *Leppävirta.* Das Phänomen hat sich auch vorigen Sonntag in Leppävirta gezeigt. Es war im Osten sichtbar von der Grösse einer Faust und hinterliess eine leuchtende Spur, die anfangs geradlinig war, sich jedoch später krümmte. Dieses dauerte 23 Minuten. *Uusi Savo.*  $\frac{7}{6}$  1902.

11. *Suonnejoki.* Man bemerkte das Phänomen auch in Suonnejoki, um 10,5 Uhr Nachmittags den 1:sten am östlichen Himmel. Es zog langsam nach Osten, sich bogenförmig senkend und einen armdicken Streifen hinterlassend. Dieser war zuerst geradlinig, fing dann an sich zusammenzurollen, teilte sich in zwei Teile, von denen der untere einen rauchfarbenen Ring bildete und sich schliesslich verteilte. *Uusi Savo.*  $\frac{7}{6}$  1902.

12. *Sumiainen.* Auch in Sumiainen war ein Meteor sichtbar. Die Richtung in der er zog war von Osten nach Westen. Er hinterliess eine leuchtende Spur, die noch eine Weile sichtbar blieb. *Suomalainen.*  $\frac{13}{8}$  1902.

13. *Saarijärvi.* Leuchtende Meteore zeigten sich um 10 Uhr Abends am 1:sten in der Gegend der Ackerbauschule. Die Richtung war von W nach O. Der Meteor hinterliess ein leuchtendes Band, das lange sichtbar blieb. *Suomalainen.*  $\frac{6}{8}$  1902.

14. *Johannesdal.* Ein Naturphänomen. Ungefähr um 9 Uhr abends am vorigen Sonntag bemerkten bei Johannesdal, südlich von Vasa, mehrere Personen zwei Feuerkugeln, die durch ein schmales leuchtendes Band verbunden waren, über die Gegend von Nordwest nach Südost dahin ziehen und allmählig am Horizonte verschwinden. *Vasabladet.*  $\frac{3}{6}$  1902.

15. *S:t Michel.* Ein Meteor zeigte sich gestern Abend am östlichen Himmel in S:t Michel. Am leicht bewölkten Himmel erschien plötzlich um zehn Uhr eine Kugel, die scheinbar die Grösse eines Kinderkopfes hatte. Sie bewegte sich schnell von S nach N, sich in einem 45 gradigen Winkel senkend. Sie hinterliess eine leuchtende Spur, die ungefähr während zehn Minuten ihre Form in verschiedenster Art zu verändern schien. *Mikkeli.*  $\frac{2}{6}$  1902.

16. *Suomenniemi.* Einen leuchtenden Meteor bemerkte man um 10 Ur Abends am 1:sten in Suomenniemi. Er eilte über das Kirchendorf von SO nach NW hin. *Itä Suomen Sanomat.*  $\frac{5}{6}$  1902.

17. *Nuijamaa.* Ein Meteor war hier überall in Nuijamaa, um  $\frac{1}{2}$  10 Uhr Sonntag Abend, im Osten sichtbar. Zuerst bemerkte man zwei Feuerkugeln, die lange Feuerstreifen hinterliessen, von S nach N eilen.

Die Streifen waren noch 20 Minuten später sichtbar. *Viiipurin Sanomat.*  $\frac{7}{6}$  1902.

18. *Askola.* Ein Meteor war in Askola etwas nach 10 Uhr abends, Sonntag den 1:sten sichtbar. Am östlichen Himmel zog er, einen leuchtenden Streifen hinterlassend, nach Norden hin. *Uusimaa*  $\frac{11}{6}$  1902.

19. *Kotka.* Das Phänomen wurde auch in Kotka, etwa um  $\frac{1}{2}$  10 Uhr abends beobachtet. Plötzlich nahm man am nordöstlichen Himmel einen stark aufflammenden Schein wahr. Dieser verschwand fast unmittelbar, einen langen leuchtenden Streifen hinterlassend, der auch nach einigen Sekunden verschwunden war. *Viborgs Nyheter,*  $\frac{4}{6}$  1902.

20. *Summanjoki.* Ein grosser, prächtiger Meteor wurde an der Summanjokimündung beobachtet. Er zog langsam nach NO zu und erlosch ohne zu bersten, eine 1 Minute dauernde Spur hinterlassend. *Koitari.*  $\frac{2}{6}$  1902.

21. *Virojoki.* Die Naturbegebenheit, die am letzten Sonntag an vielen Stellen bemerkt worden ist, wurde auch am Virojoki und Koskelanjoki um dieselbe Zeit, etwa  $\frac{1}{2}$  10 Uhr abends beobachtet. Von Virojoki aus zeigte sich eine prächtig leuchtende, kopfgrosse Kugel, die senkrecht abwärts fiel, dann ihre Bahn änderte und sich langsam weit unten im Südost und Osten bewegte und schliesslich eine glänzende gelblich-weiße Spur hinterliess. *Säkkijärven Sanomat.*  $\frac{7}{6}$  1902.

22. *Koskelanjoki.* In Koskelanjoki war die Erscheinung der in Virojoki ähnlich. Doch war die Richtung des Meteors bogenförmiger, und der Meteor zog sehr niedrig über das Dorf hinweg, so dass man fast sagen kann, über welche Häuser hin. Plötzlich fing das Lichtphänomen an, sich zu zerteilen, die Umgebung erleuchtend und eine Lichtwolke hinterlassend, die allmählich verdunstete. Dieses grossartige Schauspiel währte ungefähr  $\frac{1}{4}$  Stunde. *Säkkijärven Sanomat.*  $\frac{7}{6}$  1902.

23. *Säkkijärvi Kirchendorf.* Dieselbe Naturerscheinung, die um 10 Uhr abends, den 1:sten dieses an vielen Orten des Landes sichtbar war, zeigte sich auch im Kirchendorfe Säkkijärvi. Der Meteor bewegte sich als eine grosse Feuerkugel, die von einer kleinen gefolgt wurde, scheinbar erlöschend und sich zwischen dem Kirchendorf und Vilajoki herabsenkend. Als der Meteor die höheren Luftschichten passierte, hinterliess er einen sich krümmenden Streifen am Himmel, der  $\frac{3}{4}$  Stunden sichtbar blieb. — *Säkkijärven Sanomat.*  $\frac{7}{6}$  1902.

24. *Kronoborg.* Ein prachtvolles Naturphänomen zeigte sich hier, schreibt man uns aus Kronoborg, um ungefähr 10 Uhr abends den 1:sten Juni. Es hatte die Form einer glühenden Kugel, gefolgt von einem schmalen aber langen Feuerstreifen. Die Feuerkugel, deren scheinbarer Durchmesser ungefähr die Hälfte des Monddurchmessers erreichte, bewegte sich in beinahe horizontaler Richtung von Süden nach Norden an dem bei der Gelegenheit wolkenfreien Teil des östlichen Himmels und auf einer Höhe von ungefähr  $25^\circ$  über dem Horizonte. Darauf schien sie zu zersplittern oder zu explodieren und einige Minuten später vernahm man von Nordosten her ein gewitterähnliches Donnern. Noch ziemlich lange nach der Explosion zeigte sich an der von der Feuerkugel passierten Stelle eine weisse, langausgezogene rauch- oder wolkenähnliche Masse, die ein Rest

von dem der Feuerkugel folgenden Feuerstreifen zu sein schien. Die Kugel verbreitete einen intensiven, an elektrisches Licht erinnernden Schein. *Viborgs Nyheter.*  $\frac{4}{6}$  1902.

25. *Juustila.* In Juustila sah man das Nämliche wie in Wiborg laut Viipuri. Auch hier sah man den Meteor langsam nach Norden hin ziehen. *Viipuri.*  $\frac{4}{6}$  1902.

26. *Wiborg.* Ein merkwürdiges Naturphänomen zeigte sich in unserer Stadt am Sonntag Abend ungefähr 10 Uhr. Von Osten nach Norden zog eine leuchtende Kugel, die eine Rauchwolke hinterliess. Aus dieser bildete sich zuerst eine gerade Linie, die sich jedoch bald wie eine Schlange krümmte und sich schliesslich in Wolken zerteilte. Nach Schätzung dauerte das Phänomen in Allem ungefähr  $\frac{1}{2}$  Stunde. Die nachgebliebene Lichtwolke bildete verschiedene Figuren, so zum Beispiel den Buchstaben C und die Ziffer 2. *Viipuri.*  $\frac{4}{6}$  1902.

*Wiborg.* Ein interessantes und eigentümliches Phänomen beobachtete man gestern Abend in der Umgegend von Wiborg. Am Himmel zeigte sich nämlich eine Feuerkugel, die sich in der Richtung von Süd nach Nordost fortbewegte. Sie zerfiel späterhin in Sterne, die sich nachher in einen langen leuchtenden Schweif verwandelten. Das Ganze bewegte sich mit grosser Geschwindigkeit; zugleich vernahm man einen knatternden Laut. *Viborgs Nyheter.*  $\frac{2}{6}$  1902.

27. *Rapatila gård.* Dasselbe Naturphänomen, das in der gestrigen Zeitung besprochen wurde, ist an vielen Orten in verschiedenen Teilen Ost-Finnlands wahrgenommen worden. Ein Berichterstatter, der das Phänomen auf dem Gute Rapatila beobachtete, schätzt den Durchschnitt der Feuerkugel auf ungefähr 2 m. Die Kugel leuchtete mit hochrotem Schein und zerfiel in drei kleinere Kugeln, gefolgt von einem langen, leuchtenden Scheine. Dieser Schein oder (wenn man will) Schweif leuchtete erst in gerader Linie und formte sich darauf in ein Zickzack, bis er vollständig verschwand. Kein Knall war vernehmbar. Das Phänomen, das gerade um 10 Uhr beobachtet wurde, währte eine gute halbe Stunde. *Viborgs Nyheter.*  $\frac{3}{6}$  1902.

28. *Hiitola.* Ein prachtvoller Meteor zeigte sich in Hiitola um 10,5 Uhr nachmittags den 1:sten. Er bewegte sich von S nach N. *Hufvudsbladet.*  $\frac{4}{6}$  1902.

29. *Kronoborg.* Ein merkwürdiges Phänomen oder ein Meteor zeigte sich in Kronoborg um 10 Uhr nachmittags von Süden nach Norden am Kirchenturme vorüberziehend. Es hatte die Form einer Kugel von der Grösse eines Menschenkopfes und leuchtete wie Feuer. Es hinterliess einen leuchtenden Streifen, der ungefähr 15 Minuten sichtbar war. Einige Minuten nachdem die Kugel an der Kirche vorbei passiert war, vernahm man von der Seite her, nach welcher die Kugel gezogen war, ein donnerähnliches Geräusch. *Viipurin Sanomat.*  $\frac{7}{6}$  1902.

30. *Jaakkima, Sorolansaari.* Aus Jaakkima, Sorolansaari schreibt man uns in Bezug auf den Meteor: Etwas vor 10 Uhr abends am 1:sten Juni sassen wir auf einer Schaukel. Plötzlich sahen wir ganz in unserer Nähe einen Mond, der erst unbeweglich war, aber gleich nachdem wir

ihn beobachtet hatten, flog ein Teil von ihm gegen NO und hinterliess einen, erst klar leuchtenden, doch später blutroten Schein. Dieser dauerte ungefähr 3 Minuten, während welcher Zeit wir mit Entsetzen das uns immer näherkommende Licht und den nach oben aufsteigenden, blutroten Schein anschauten. Darauf vernahm man plötzlich einen Knall, wie von einem entfernten Sprengschusse und gleich darnach ein Zischen, als ob ein glühendes Eisen in's Wasser getaucht würde. Dieser Lärm dauerte 2 oder 3 Minuten. Nach Allem zu urteilen, glauben wir, dass der Meteor auf  $1\frac{1}{2}$  Meilen Entfernung von uns niederfiel und — —. Der Meteor zog wohl nahe an uns vorüber, denn Leute, die sich im Hause aufhielten, vernahmen einen Lärm, und es kam ihnen vor, als ob die Wände gezittert hätten wie bei einem sehr kräftigen Windstosse. *Viipuri*.  $\frac{7}{6}$  1902.

31. *Jaakkima, Dorf Mikli*. Der Meteor fiel in Jaakkima. Hierüber wird uns aus Jaakkima, aus dem Dorfe Mikli, geschrieben: „Zuerst eröffnete sich eine buchtige Öffnung an dem wolkenlosen Himmel, ganz als ob der Himmel von Süden nach Norden zerborsten wäre. Einige Augenblicke später wurde ein unheimlicher Knall vernommen, so dass die Fensterscheiben klirrten. Diesem folgte ein schwächerer Lärm und endlich ein Rasseln, wie von einem in einiger Entfernung vorüberfahrenden Eisenbahnzuge. Eine geringere Menge eines festen Stoffes, die man auf eine Felsenkuppe fallen sah, wurde von dort aufgelesen. Zur selben Zeit fiel etwas in die Bucht von Marjalahti. *Viipuri*.  $\frac{11}{6}$  1902.

Sofort als durch die Zeitungsnotizen die Nachricht dass ein Meteorstein bei Marjalahti gefallen war, nach Helsingfors gekommen war, reiste Dr. H. Berghell im Auftrage der Geologischen Kommission nach dem Fallorte ab. Als er daselbst ankam, war schon ein Teil des Meteoriten in die Hände eines Kaufmannes geraten, der in dem Glauben, dass das Meteoreisen Platin wäre und in der Absicht damit ein gutes Geschäft zu machen, den nach seiner Ansicht werthlosen Olivin aus dem Metall herausgekratzt hatte. Durch das energische Eingreifen von Dr. Berghell wurde jedoch das seltene Naturprodukt der Wissenschaft gerettet und den Sammlungen der Geologischen Kommission einverleibt.

Dr. Berghell erzählt von seinen Beobachtungen am Fallorte Folgendes. „Bei der Untersuchung am Fallorte fand ich, dass der Meteorit auf eine, von einer etwa 10 cm mächtigen Erdschicht bedeckte, gegen SO schwach geneigte Felsenfläche niedergefallen war. Von der Erdschicht war eine Fläche von c:a 50 cm Durchmesser mit ziemlich rundem Umriss aufgerissen worden. Die Ränder der Erdschicht waren schwarz gebrannt. In einem unterhalb des Felsens befindlichen Acker war auf 10 m Entfernung vom Fallorte eine flache Furche von c:a einem Meter Länge, in der Richtung NW—SO, und

10 m noch weiter nach SO von hier wiederum eine zweite flache Furche aufgerissen worden, ohne dass die dazwischen liegende Roggensaat irgendwie versengt worden wäre. Die Stelle in der Marjalahti-Bucht, wo das grösste Stück liegen geblieben war, ist c:a 30 m von der letztgenannten Furche entfernt. — Stücke des Meteors sind in einem Umkreise von c:a 50 m Diameter um den Fallort herum aufgehoben worden. Am wenigsten waren sie jedoch nach NO hin verbreitet“.

In einem nahe gelegenen Bauernhofe traf Dr. Berghell einen Zeugen des Falles, den Bauer J. Koppinen. Dieser erzählte von dem was er gesehen hatte: Kurz nach 10 Uhr abends war das Zimmer, in dem er sich befand, von einem starken blendenden Scheine erleuchtet worden und zufällig gerade nach Südosten gekehrt sah er den Meteor in einem scharfen Bogen über das Gebäude hinwegziehen. Doch vernahm er vordem einen starken Lärm, der die Häuser erzittern machte. Er sah dann wie der Meteor auf die Erde fiel, wobei sich ein intensiver Funkenregen nach allen Seiten hin verbreitet haben soll. Koppinen giebt weiter an, dass unmittelbar nach dem Herabfallen ein starker Nebel, der nur ungefähr eine Minute andauert hätte, aus der Marjalahti-Bucht emporgestiegen wäre. — Das Haus, wo Koppinen sich befand, ist einige Hundert Meter von der Bucht und nach Schätzungen 20 m über der See gelegen, nordwestlich von der Fallstätte.

Ein Bauer im Kirchendorfe Jaakkima erzählte dem Herrn Berghell, dass er das Meteor, welches sich in einem Bogen von NW nach SO bewegte, um 10 Uhr 5 Min. abends wahrgenommen habe. Er erschien ihm als ein „weisslicher Mond“, gefolgt von einem spiralförmig gedrehten Schweife. Nachdem der Mond unter dem Horizonte verschwunden war, blieb der Schweif noch c:a 3 Minuten sichtbar und ging dann allmählich an Lichtstärke abnehmend in Rauch auf. Derselbe Bauer behauptete zweimal einen Knall gehört zu haben; den ersten ungefähr 3 Minuten nach „Verschwinden des Mondes“, den zweiten c:a  $\frac{1}{2}$  Minute später.

### Beschreibung des Phänomens.

Während seines Durchganges durch die Atmosphäre sah der Meteorit wie eine Feuerkugel aus. Diese leuchtete mit weissem Lichte bedeutend stärker als ein Stern und hinterliess auf ihrer

Bahn ein leuchtendes Band, das sich allmählich ausbreitete, phantastische, wolkenähnliche Formen annahm und schliesslich durchsichtiger wurde und verschwand.

Die Zeit betreffend, zu welcher der Meteor sich zeigte, giebt es zahlreiche Angaben, von denen jedoch die meisten die Zeit nur annähernd, wie „10 Uhr“ oder „ungefähr um 10 Uhr“, angeben. Die Angaben von den Eisenbahnstationen verdienen grössere Aufmerksamkeit als die anderen. So wird die Zeit aus Wärtsilä (N:o 4) zu 10 Uhr 12 Minuten, aus Kaurila (N:o 5) zu 10 Uhr 10 Minuten, aus Hiitola (N:o 28) zu 10 Uhr 5 Minuten und aus Joensuu (N:o 7) zu 10 Uhr 5 Minuten nachmittags angegeben.

Die Feuerkugel bewegte sich schnell durch die Atmosphäre, nach N:o 4 in 26 Sekunden. Die Farbe der leuchtenden „Feuerwolke“, die nach dem Verschwinden der Feuerkugel nachblieb, wird bald als weiss (N:o 24), und bald als gelbweiss beschrieben (N:o 21). Dieser Schein konnte noch c:a 30 Minuten nach dem Falle des Meteors wahrgenommen werden.

Nach der Art, in welcher die leuchtenden Wolken aus dem Streifen, der erst in den Spuren des Meteors entstanden war, herauswachsen, scheint es, als ob derjenige Stoff, welcher der Verursacher des Scheines war, von der Feuerkugel (vom Meteoriten) her stammte und nicht in der Art entstand, dass irgend welche Stoffmengen, die dem Meteoriten durch den Weltraum etwa gefolgt wären, nach demselben in die Atmosphäre hineingeströmt wären<sup>1)</sup>.

Der Schein kann reflektiertes Sonnenlicht gewesen sein, denn die Sonne, die den 1:sten Juni um 10 Uhr abends ungefähr 3,6° unter dem Marjalahti-Horizonte stand, war wohl im Stande Gegenstände, die sich nur auf 15 km Höhe über der Erdoberfläche befanden, zu beleuchten, während die „Feuerwolken“ sich laut Berechnungen nach Angaben in N:o 10 und 11, wenigstens 40 km über Marjalahti befanden.

Der Meteorfall war von einem Schallphänomen begleitet, das in N:o 1, 2, 31, 30, 24, 29 vernommen wurde, also bis auf 5 Meilen Entfernung vom Fallorte. Auch in einer Notiz aus Wiborg wird angegeben, dass ein Knall dort vernommen wurde, doch widersprechen diese vereinzelte Angabe andere aus derselben Stadt und die in N:o 25 und N:o 27. Der Knall war am stärksten

---

<sup>1)</sup> Vergleiche A. E. Nordenskiöld. Geol. För. i Stockholm Förh. IV. 1879. S. 153.

in Jaakkima in der Nähe des Fallortes und in Pitkäranta (N:o 2); hier wurde er von Leuten die sich im Hause aufhielten, vernommen, und wird mit einem Erdstosse, der die Fenster klirren und den Boden erzittern machte, verglichen. Der Berichtstatter aus Pitkäranta beschreibt „den Erdstoss“ mit noch kräftigeren Worten als die Notizen aus Jaakkima es thun. Laut J. Koppinen hörte man den Laut am Fallorte, bevor der Meteor fiel. Auf 15 km Entfernung vom Fallorte wurde der Knall 3 Minuten nach dem Sichtbarwerden des Meteors vernommen und nach N:o 24 und 29 erreichte der Knall Kronoborg (40 km von Marjalahti) einige Minuten nachdem die Feuerkugel verschwunden war.

Als der Meteorit sich dem Boden näherte, sah er aus wie ein glühender Körper von der Grösse einer Heudieme (1—1,5 m im Durchschnitt). Er stürzte herab auf eine von einer dünnen Erdschicht bedeckte schräge Felsenfläche und prallte von dort in drei verschieden langen Sprüngen bis zu der Stelle des Bodens der Marjalahti Bucht herab, wo das grösste Stück liegen blieb, c:a 50 m von dem Punkte entfernt, wo der Meteorit zuerst den Boden berührt hatte.

Als der Meteorit gegen den Felsen prallte, entstand ein Funkenregen und Stücke von ihm wurden nach allen Seiten hin geschleudert. Dafür, dass der Meteorit beim Fallen in's Wasser wenigstens an der Oberfläche heiss war, spricht die Tatsache dass Dampf an der Stelle der Bucht, wo der Meteorstein lag, aufstieg.

### Die Bahn des Meteoriten durch die Atmosphäre.

Eine grosse Anzahl von Beobachtern haben die Richtung, in welcher der Meteor sich ihnen zu bewegen schien, angegeben. So sind die scheinbaren Bewegungsrichtungen des Marjalahti-Meteors von verschiedenen Orten aus gesehen die folgenden: <sup>1)</sup>

N:o.

- |               |        |
|---------------|--------|
| 1. Ylä-Uuksu  | SO—NW. |
| 2. Pitkäranta | NW—SW. |
| 3. Ilomants   | O—W.   |
| 5. Kaurila    | O—W.   |

<sup>1)</sup> Vergleiche die Karte auf Tafel VIII.

N:o.	
6.	Tikkala (Onkamo) N—S.
7.	Joensuu —S.
8.	” O—SW.
9.	Oravi Zenith—O.
11.	Suonnejoki O—O.
12.	Sumiais O—W.
13.	Saarijärvi W—O.
15.	S:t Michel S—N.
16.	Suomenniemi SO—NW.
17.	Nuijamaa S—N.
18.	Askola O—NO.
20.	Summanjoki —NO.
21.	Virojoki SO—O.
24.	Kronoborg S—N.
25.	Juustila —N.
26.	Wiborg O—N.
	” S—N.
28.	Hiitola S—N.
29.	Kronoborg S—N.

Nach Mitteilungen aus Oravi ging die scheinbare Bahn des Meteors durch den Zenith. Von allen Orten östlich von der Linie zwischen dem Fallorte und Oravi wird angegeben, dass der Meteor sich von Osten nach Westen oder von Norden nach Süden bewegte, während in den Berichten aus allen westlich von dieser Linie gelegenen Orten gesagt wird, dass der Meteor sich von Süden nach Norden bewegt hätte. Hieraus können wir schliessen, dass der Meteor sich in einer Ebene bewegte, welche die Senkrechten in Marjalahti und Oravi durchschneidet und dass der Meteor von Süden oder Osten her kam. Der Meteor ist also wahrscheinlich aus der Richtung  $S60^{\circ}O$  hergekommen.

Durch diese Bewegungsrichtung findet auch der Bericht aus Sorolansaari (N:o 30), der sonst merkwürdig erscheint, leicht seine Erklärung. Die Beobachter sahen hier den Meteor zuerst am Himmel stille stehen und an Grösse zunehmen, worauf ein kleinerer Teil desselben nach NO hin eilte. Das bedeutet, dass der Meteor, welcher die Richtung gegen das nur ca 10 km entfernte Marjalahti hatte, im Anfange, als er noch sehr weit entfernt war, sich scheinbar gerade gegen Sorolansaari hin bewegte. Gerade hinter demselben entstand die

leuchtende Wolke, welche den Beobachtern auf Sorolansaari mit der Feuerkugel zu einem einzigen grossen „Monde“ zusammenschmelzen schien. So lange der Meteorit sehr entfernt war, wurde er in der selben Richtung gesehen wie die Wolke, als er jedoch näher kam, wuchs seine Winkelgeschwindigkeit den Beobachtern von Sorolansaari gegenüber, die anfangs ganz klein gewesen war, sehr schnell. Den Beobachtern erschien es dadurch, als ob der Meteorit abgelenkt wäre von seiner früheren Richtung, welche fortan von der Feuerwolke angegeben wurde.

Wenn folglich die Einfallsebene der Meteoritenbahn auch befriedigend bestimmt ist, fällt es doch schwer eine Vorstellung von ihrer Neigung gegen die Verticallinie zu gewinnen. So viel ist klar, dass die Abweichung von der Lotlinie so gross war, dass die meisten Beobachter für die Richtung des Meteors einen Horizontalkomponenten angeben konnten. Weiter zeigen die Angaben in N:o 4 und N:o 11, wo gesagt wird, dass die Bahn bogenförmig war, und in N:o 15, wo die scheinbare Neigung laut Aussage  $45^\circ$  war, dass die Bahn des Meteors anfangs recht geneigt war, wahrscheinlich mehr als  $15^\circ$ — $20^\circ$  nach SO von der Lotlinie.

### **Die Richtung des Meteoriten, als er den Boden erreichte.**

Aus den Berichten von D:r Berghell über den Fallort geht hervor, dass der Meteorit den Boden mit grosser Geschwindigkeit entweder senkrecht oder auch schräg von NW her erreichte. Koppinens Erzählung könnte darauf hindeuten, dass das Letztere der Fall gewesen sei. Es ist jedoch bekannt, wie gründlich man sich in der Beobachtung der Bewegungsrichtung eines fallenden Meteors irren kann, woher denn auch seinem Berichte keine entscheidende Bedeutung zugeschrieben werden kann, um so weniger, da der Meteorit laut seinem Berichte sich über das Haus, in dem er sich befand, also über ihn selbst hinweg bewegt hat, wodurch es ihm noch schwieriger wurde, sich eine richtige Auffassung von der Sache zu bilden.

### Die Grösse und Form des Meteoriten. Die Rinde desselben.

Durch den Anprall gegen den Felsen wurde der Meteorit, der vorher aus nur einem Stück bestanden hatte, zersplittert. Die grössten Stücke wiegen 22,7 kg und 4,8 kg. Das aufgehobene Material wiegt zusammengenommen 44,8 kg.

Von der ursprünglichen Form des Meteoriten kann man sich durch das Aussehen der Stücke eine Vorstellung bilden. Der Stein hatte die Form eines stumpfen Kegels oder einer sehr stumpfen vielseitigen Pyramide gehabt. Die Basis mass damals c:a 50 cm im Diameter, die Höhe betrug c:a 20 cm. Doch war diese geometrische Form ganz verwischt durch die zahlreichen grossen und kleinen Gruben und Höhlungen, die den Meteoriten überall bedecken, so dass seine Begrenzung sehr uneben war.

Die Oberfläche des Meteoriten scheint von einer matten schwarzen Rinde ganz überzogen gewesen zu sein.

Die Rinde ist von sehr verschiedener Dicke, papierdünn bis zu 0,5 mm dick. Dünnschliffe, quer durch die Rinde genommen, zeigen dass diese aus abgerundeten glänzenden Metallkörnern in einer opaken matten Grundmasse zusammengesetzt ist. Der innere Teil der Rinde besteht zum überwiegenden Teil aus Metall. Weiter nach aussen werden die Metallkörner immer kleiner und spärlicher. Die alleräusserste Schicht scheint kein Metall zu enthalten.

Die Rinde löst sich oft leicht vom Meteoriten ab, woher es auch möglich war Material zu einer Analyse zu erhalten:

Angew. Menge.	550,0 mg.	
SiO <sub>2</sub>	99,8 "	18,06 ‰
MgO	108,1 "	19,66 "
FeO <sup>1)</sup>	28,8 "	5,24 "
Fe	261,3 "	47,51 "
Ni	32,0 "	5,82 "
Co	2,2 "	0,40 "
S	—	0,85 <sup>2)</sup> "
P	—	0,00 <sup>2)</sup> "
		97,58 ‰

1) Die Menge ist aus SiO<sub>2</sub> berechnet, laut der Olivin-Analyse. Seite 63.

2) Durch eine besondere Analyse ermittelt.

42,95 % von der Rinde kann auf Grund der Analyse als vom Olivin herstammend angesehen werden. Die Hauptmasse des übrigen Teils besteht aus Nickeleisen. Die Analyse ergibt eine Summe, die um 2,47 % geringer als die zur Analyse genommene Menge ist, woher man wohl annehmen muss, dass die Rinde 2,47 % mehr Sauerstoff enthält als diejenige Menge, welche zu der Olivinsubstanz gehört. Falls dieser Sauerstoffgehalt als Magnetit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  vorkommt, entspricht er 6,48 % Magnetit. In jedem Fall ist das Oxid nur als untergeordneter Bestandteil in der Rinde vorhanden.

Die Rinde unterscheidet sich also mehr in ihrer Struktur als in ihrer chemischen Zusammensetzung von der Hauptmasse des Meteoriten.

### Die Gemengteile des Meteoriten.

Schon auf den ersten Blick kann man sehen, dass der Meteorit von Marjalahti ein Pallasit ist und hauptsächlich aus Nickeleisen und Olivin besteht. Eine genauere Untersuchung zeigt, dass er ausserdem Troilit und Schreibersit enthält.

*Nickeleisen.* Das Nickeleisen bildet in Marjalahti 80 % von der ganzen Masse des Meteoriten. Es bildet eine Grundmasse, in welcher die anderen Bestandteile eingeschlossen liegen.

Zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung des Nickeleisens wurde dasselbe einer Analyse unterworfen. Bei dieser Analyse wurde Ammoniumformiat statt Ammoniumacetat zur Trennung des Eisens von Nickel und Kobalt verwendet, und zeigte sich die neue Methode, die in dem Anhang Seite 73 näher beschrieben wird, sehr vorteilhaft.

Die Analyse ergab:

	I.	II.
Angew. Menge.	1233,0 mg	455,5 mg
Fe	92,28 %	92,64 %
Ni	7,18 "	7,11 "
Co	0,42 "	
Cr	0,00 " <sup>1)</sup>	
P	0,00 " <sup>1)</sup>	—
	<hr/> 99,88 %	

<sup>1)</sup> Durch eine besondere Analyse ermittelt. Auch auf Cu und S wurde ohne Erfolg geprüft.

Beim Ätzen mit verdünnter Salpetersäure giebt das Nickeleisen Ätzfiguren, die viel Ähnlichkeit mit denen der Pallasite von Rokicky, Imilac und Krasnojarsk besitzen, so wie dieselben von Tschermak <sup>1)</sup> und von A. Brezina und E. Cohen <sup>2)</sup> abgebildet worden sind. Auf der geschliffenen und geätzten Fläche sieht man wie die nach Aussen gegen den Olivin liegenden Metallpartien aus einer 0,5—5 mm breiten, wulstigen, helleren Zone bestehen, die dunklere Felder umschliesst. An der Grenze zwischen diesen beiden bemerkt man einen stark glänzenden, gleichmässig breiten Streifen, der c:a 0,06 mm breit ist. Die dunkleren Felder machen vielleicht  $\frac{1}{4}$  der geätzten Metallfläche aus. (Fig. 2. Taf. VII). Die äussere Zone lässt sich mit dem Kamazit der genannten Verfasser identifizieren; der stark glänzende Rand besteht aus Taenit und die dunklen Gebiete entsprechen ihren „Feldern“ oder dem Plessit. Die „Felder“ werden hier und da von Balken durchzogen, die in vier Richtungen liegen und im ganzen Meteoriten demselben Systeme anzugehören scheinen; jedenfalls sind sie in jedem besonders untersuchten Stücke immer einheitlich orientiert.

Das hier eben Beschriebene ist mit blossem Auge wahrnehmbar. Unter dem Mikroskope dagegen sieht man schon bei nur geringer Vergrösserung, dass die dunklen Felder keineswegs aus einem homogenen Stoffe bestehen, sondern dass sie durchzogen sind von einem fein struierten Lamellensystem, das parallel mit den Balken verläuft (Taf. VII) Bei Anwendung einer stärkeren Vergrösserung erkennt man Einzelheiten von grösstem Interesse. Der Kamazit zeigt fortwährend eine glatte Fläche, nur hier und da sieht man einige kleine undeutliche Punkte, welche die Fläche ein wenig matter machen als die des Taenit, die wie poliert aussieht. Auf der Grenze zwischen dem Taenitbande und dem Kamazit tritt ein äusserst feiner, dunkler Rand auf, der nur ein Bruchteil von der Breite des Taenit hat (Fig. 3 Taf. VI). Die Grenze der Taenitlamellen nach Innen gegen die „Felder“ ist wenig scharf, und der Taenit hängt mit den feinen Lamellen im Felde zusammen, so dass die Felder aus einer Mischung von Taenit mit irgend einem anderen Bestandteil bestehen. Winzig feine, oft unterbrochene La-

---

<sup>1)</sup> G. Tschermak. Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten. Lieferung III. Stuttgart 1885.

<sup>2)</sup> A. Brezina und E. Cohen. Die Struktur und Zusammensetzung der Meteoriten, Lieferung I. Stuttgart 1886.

mellen aus Taenit durchziehen eine dunklere Grundmasse, die von der Säure mehr wie diese angegriffen worden ist. Fig. 4 Taf. VIII zeigt ein gutes Bild vom Innern eines Feldes, durch das Mikroskop gesehen. Die Felder (der Plessit) zeigen uns ein deutliches Bild von einer Mischung zweier Bestandteile, die gleichzeitig kristallisiert sind.

Fig. 3 Taf. VIII zeigt unten links eine Kante einer Kamazitpartie, dann einen sehr schmalen dunklen Rand, darauf Taenit. Dem Taenite folgt ein Teil des Feldes, der einen dunkleren Ton hat als der innere Teil, was dadurch bedingt ist, dass er eine feinere Struktur besitzt und ärmer an Taenit ist als dieser, und schliesslich wird der Hauptteil der Figur von einem Teil der inneren Partie eines Feldes eingenommen.

Die Entstehung dieser verschiedenen Schichten kann man sich z. B. in folgender Weise denken: Der Meteorit war am Anfang unserer Betrachtung durch und durch geschmolzen und flüssig und begann dann sich abzukühlen. Von einer gewissen Temperatur an löste sich die geschmolzene Olivinflüssigkeit nicht mehr in den Metallen, sondern sonderte sich in Form von Tropfen ab. Darauf fingen die Metalle an zu erstarren, und der Kamazit schied sich zuerst um den Olivin aus. Die Temperatur sank allmählich unter den Schmelzpunkt der eutektischen Mischung von Taenit und Kamazit. Der Kamazit schied sich indessen immer mehr und mehr aus während der Taenit noch nicht angefangen hatte auszukristallisieren — ein Fall von Überkältung. Schliesslich fing auch der Taenit an sich auszuscheiden. Im ersten Augenblicke entstand hierdurch eine Verbindung von Taenit und Kamazit, nämlich der dunkle Rand zwischen der Kamazitzone und dem Taenitbande. Aber weil die Schmelze im Verhältnisse zum Taenit überkältet war, so verfestigte sich unter Temperatursteigerung der Schmelze bald nur der Taenit. So entstand die Taenitschicht. Nachdem sich etwas Taenit abgesetzt hatte, begann die Temperatur von neuem zu sinken, und als die Zusammensetzung des geschmolzenen Rückstandes gleich der unter den herrschenden Verhältnissen bestehenden eutektischen Mischung von Kamazit und Taenit war, begann diese Mischung als Plessit auszukristallisieren. Anfangs setzte sich der Taenit zum Teil auf die alte, äussere Taenitlamelle ab, woher die äussere Kante des Plessit ein wenig ärmer an Taenit wurde als das Innere desselben.

Dieser Gedankengang erfordert, dass der Kamazit und der Taenit zwei wirklich chemische Verbindungen sind. Aus den Ana-

lysen von Kamazit aus mehreren verschiedenen Meteoreisen ersieht man, dass diese Substanz eine Zusammensetzung hat, die nur wenig von 93 % Fe und 7 % Ni+Co abweicht. Einer solchen Zusammensetzung würde eine Verbindung von der Formel  $\text{Fe}_{14}\text{Ni}$  entsprechen. Die weniger gute Übereinstimmung einiger Kamazitanalysen mit dieser Formel kann in der Art erklärt werden, dass die Nickeleisenverbindung bei ihrer Ausscheidung eine geringe Menge von anderen Nickeleisenverbindungen in sich als feste Lösung aufnehmen kann. — Das, was in der Meteoritenlitteratur Taenit genannt wird, hat laut den Analysen eine weit mehr schwankende Zusammensetzung. Zum Teil wenigstens ist diese Verschiedenheit von der Schwierigkeit abhängig, in befriedigender Weise Analysenmaterial von diesem Gemengteil, der in allen Meteoriten in sehr geringen Mengen vorkommt, zu isolieren. In jedem Fall ist der Taenit eine viel nickelreichere Verbindung als der Kamazit. Der Taenit enthält zwischen 25 % und 35 % Ni+Co.

Der Plessit ist schon lange als ein Gemenge von Kamazit und Taenit beschrieben worden. J. M. Davison <sup>1)</sup> ist es gelungen sowohl Kamazit wie Taenit aus Plessit von Welland zu isolieren. Zum Vergleich werden seine Analysen von gewöhnlichem Kamazit und Taenit aus demselben Meteoriten angeführt.

	Kamazitähnlicher Plessit	Kamazit	Taenitähnlicher Plessit	Taenit
Fe	92,81	93,09	72,98	74,78
Ni	6,97	6,69	25,87	24,82
Co	0,19	0,25	0,88	0,83
C	0,19	0,02	0,91	0,50
	100,16	100,06	100,59	99,98

Unter den Forschern, welche die Ähnlichkeit zwischen der Struktur des Plessits und derjenigen der eutektischen Mischungen hervorgehoben haben, ist auch Cohen <sup>2)</sup>, der die Struktur des Plessits in Bethanien mit der des Schriftgranits vergleicht, welcher schon von Teall <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> J. M. Davison. Analyses of Kamacite, Taenite and Plessite from the Welland Meteoric Iron. Americ. Journ. Sc. 1891. 2. S. 64.

<sup>2)</sup> E. Cohen. Die Meteoreisen von Kokstad, Bethanien und Muchachos. Mittheil. d. Naturw. Vereins. für Neuvorpommern und Rügen 1900.

<sup>3)</sup> J. H. Teall. British Petrography. London 1888. S. 396.

1888 für eine eutektische Mischung erklärt wurde. Auch J. H. L. Vogt <sup>1)</sup> hält den Schriftgranit für eine derartige Mischung. — Die junge technische Wissenschaft, welche Metallographie genannt wird, hat als Gegenstand das Studium der Struktur der Metalle, deren Verbindungen unter einander und Legierungen. Sie kann schon hübsche Resultate aufweisen, unter anderen gerade die Struktur der eutektischen Mischungen betreffend. Der Verfasser hat leider nicht Gelegenheit gehabt Originalarbeiten über diesen Gegenstand zu erhalten, aber die Übersicht, die von A. Sauveur in der Publikation „The Mineral Industry“ <sup>2)</sup> über die Resultate der Metallographie gegeben wurden, zeigen, dass die Legierungen bisweilen Strukturen haben, die in ihren Hauptzügen mit denen der Meteoreisen übereinstimmen, und dass beim Erstarren der Legierungen in der Regel Strukturen entstehen, welche von den Metallographen als den eutektischen Mischungen zugehörig bewiesen worden sind, und die sogar manchmal in vielen Einzelheiten Ähnlichkeit mit der Struktur des Plessit haben.

Bei weiter fortgesetzter Ätzung des Nickeleisens von Marjalahti unter Anwendung von stärkerer Salpetersäure fängt auch der Kamazit an seine Struktur zu zeigen. Dem blossen Auge erscheint er von zahlreichen äusserst feinen scharfen Ätzlinien bedeckt. Die Oberfläche des Kamazit schillert bei geeigneter Beleuchtung und verschiedene Teile glänzen bei verschiedener Stellung der geätzten Fläche. Das heisst: Der Kamazit zeigt reichlich „Feilhiebe“ und ist ein deutlich schraffierter Kamazit. Dabei sieht man, dass derselbe auch „abgekörnt“ ist. Die verschieden glänzenden Gebiete grenzen mit wulstiger Begrenzung an einander. Das Eisen von Marjalahti, das bei schwacher Ätzung keine Spur der Struktur des Kamazit zeigt, verhält sich also in der That ganz ebenso, wie das Nickeleisen von Imilac. Bei Anwendung von Vergrösserung zeigt sich, dass was mit blossem Auge gesehen wie eine schimmernde Fläche, wie „Moirée métallique“ aussah, eine Partie bildet, welche von einem System von sehr geraden, oft scharf begrenzten Balken, mit tief geätzten Furchen zwischen sich, zusammengesetzt ist. Die Fläche des Kamazit gleicht einem Stücke oktaëdrischen Meteoreisens, das jedoch nicht aus dem „Trias“, sondern einheitlich aus Kamazit besteht. Soweit man nach dem Aussehen und dem

1) J. H. L. Vogt. Geol. Föreningens i Stockholm Förhandlingar 1901 S. 159.

2) The Mineral Industry. New York. 1899—1902.

Verhalten beim Ätzen beurteilen kann, sind die Ätzfiguren am Kamazit nicht wie beim Plessit durch eine Zusammensetzung aus verschiedenen löslichen Gemengteilen bedingt, sondern werden dadurch hervorgerufen, dass der Kamazit aus Zwillingslamellen zusammengesetzt ist, die verschiedene krystallographische Richtungen der geätzten Fläche zukehren und folglich verschieden stark vom Ätzmittel angegriffen werden.

*Olivin.* Der Olivin macht c:a 35 % von der Schnittfläche eines Stückes von Marjalahti aus. Das entspricht c:a 20 Gewichtsprozenten. Auf geschliffenen Flächen des Meteoriten hat er eine gerundete polyedrische Begrenzung. Am gewöhnlichsten sind runde Körner, doch giebt es auch längliche. Am meisten gleicht er seiner Form nach demselben Minerale von Imilac. Hierin steht der Olivin von Marjalahti zwischen Krasnojarsk, mit tropfenförmigem Olivin und Rokicky, der eckige Olivinkörner hat. Die Olivinkörner erreichen in Marjalahti bis zu 2 cm im Durchschnitt.

Der Olivin ist gelblich und klar, in Dünnschliffen farblos. Er wird von unregelmässigen Spaltrissen in verschiedenen Richtungen durchzogen, was ihn sehr spröde macht. Er entbehrt der für den meteorischen Olivin so charakteristischen stab- oder rohrförmigen Einlagerungen. Auch hierin gleicht Marjalahti dem Imilac, dessen Olivin jedoch kleine dendritische Krystallisationen von Chromit enthält, für welche es kein Gegenstück in Marjalahti giebt.

Im grössten Teil des Meteoriten ist der Olivin ein solcher wie eben beschrieben, doch bis auf 5 cm von den Stellen, mit welchen der Meteorit erst den Boden berührte, ist der Olivin wahrscheinlich durch den Stoss zu einer weissen mehligten Masse zermalmt worden, die mit Leichtigkeit mit dem Nagel geritzt werden kann.

Das specifische Gewicht des Olivins wurde an herausgepflückten klaren, von allen Verunreinigungen freien Krystallen mit dem Pyknometer zu 3,378 bestimmt.

Dieses Material wurde dann einer Analyse unterworfen.

Nachdem der Olivin in verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelöst war, wurde die Analyse nach denselben Methoden wie die Analyse N:o I vom Meteoriten von Hvittis ausgeführt.

Angewandte Menge.	754,0 mg		Sauerstoffgehalt.	
SiO <sub>2</sub>	303,6 mg	40,26 %	21,472	21,472
FeO	89,4 "	11,86 "	2,685	
Ni	fehlt	—	—	} 21,589
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	fehlt	—	—	
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,9 "	0,12 "	0,087	
MgO	355,5 "	47,26 "	18,904	
CaO	fehlt	—	—	
K <sub>2</sub> O	0,4 "	0,05 "	0,007	
Na <sub>2</sub> O	1,6 "	0,21 "	0,076	
	751,4 "	99,76 %		

Das Sauerstoffverhältniss zwischen der Kieselsäure und den Basen ist 1:1,004, und das Verhältniss zwischen MgO und FeO 7:1. Seiner Zusammensetzung nach stimmt der Marjalahti-Olivin mit dem Olivin von Krasnojarsk, Rokicky und Brenham überein, auch der Olivin in Imilac steht ihm in dieser Hinsicht sehr nahe.

	Marjalahti	Krasnojarsk	Rokicky	Brenham	Imilac
	1	2	3	4	5
SiO <sub>2</sub>	40,26	40,86	39,61	40,70	40,79
FeO	11,86	11,72	11,88	10,79	12,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	—	0,21	—	0,02
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,12	—	—	—	—
MgO	47,26	47,85	48,29	48,02	47,05
K <sub>2</sub> O	0,05	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	0,21	—	—	—	—
NiO	—	—	—	0,02	—
MnO	—	0,48	0,19	0,14	—
SnO	—	0,17	—	—	—
	99,76	100,58	100,18	99,85	99,96

- Berzelius. Pogg. Ann. XXXIII 1834 S. 133 sp. Gew. 3,389.
- Inostranzeff. Russisch. Min. Ges. 1869 S. 310 sp. Gew. 3,37.
- Eakins. Am. Journ. of Sc. 1890. 2. S. 315 (incl. 0,18 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sup>2</sup> sp. Gew. 3,376.
- v. Kobell. Cohen. Meteoritenkunde I. S. 264.

Es ist ein interessantes Faktum, das wieder durch die Analyse des Marjalahti-Olivins seine Bestätigung gefunden hat, nämlich dass die meteorischen Olivine nickelfrei sind, obgleich sie in Gegenwart von reichlichen Mengen dieses Metalles gebildet werden, während die irdischen Olivine selbst in Gebirgsarten, welche nur die minimalsten Mengen von Ni enthalten, oft genug Träger des Nickelgehaltes der Gebirgsart sind. So enthält der Olivin von Douglas Co <sup>1)</sup> 0,26 % NiO, der von Webster N. C. <sup>2)</sup> 0,41 % NiO.

*Troilit.* Der Troilit bildet gerundete Ausscheidungen auf der Grenze zwischen Olivin und Nickeleisen oder Partien welche Olivinkörner umschliessen. Die „Troilitknollen“ haben bis auf 1 cm im Durchmesser.

Das Mineral ist tobackbraun mit demselben Glanze und Farbenton wie ein frischer Magnetkies. Nicht ganz frische Bruchflächen haben einen matten Glanz. Manche Körner von dem herausgepflückten Mineral wurden von einem Magneten angezogen, doch erwies es sich bei genauerer Untersuchung dass alle diese Körner Schreibersit enthielten. Der reine Troilit ist vollständig unmagnetisch.

Eine Analyse, die an herausgepflückten, scheinbar reinen und unmagnetischen Stücken des Troilit ausgeführt wurde, ergab:

Angew. Menge	451,0 mg	
SiO <sub>2</sub>	8,1 mg	} Olivin
MgO	10,9 "	
FeO <sup>3)</sup>	2,3 "	
Fe	273,4 "	} Troilit
Ni	— "	
S <sup>4)</sup>	154,4 "	
	<hr/>	
	449,1 mg	

<sup>1)</sup> F. W. Clarke. Am. J. Sc. 1888. S. 485.

<sup>2)</sup> Genth. Am. J. Sc. 1862 (in E. S. Dana. System of Mineralogy. 6 edit. New York 1900).

<sup>3)</sup> Berechnet für Olivin nach den gefundenen Mengen SiO<sub>2</sub> und MgO laut der Olivinanalyse.

<sup>4)</sup> Beim Lösen des Minerals in Königswasser wurde ein schwacher H<sub>2</sub>S Geruch bemerkt, woher die S-Bestimmung zu niedrig angesehen werden muss.

Wenn von der ursprünglichen Menge 451,0 mg die Menge des Olivins 21,3 mg abgezogen wird, erhalten wir für den Troilit:

Erhalten	Berechnet für FeS
Fe 63,63	Fe 63,80
<u>S 35,93</u>	<u>S 36,40</u>
99,56	100,00

Obleich bei der Analyse die grösste Aufmerksamkeit auf die Bestimmung des Nickelgehaltes gerichtet wurde, konnte keine Spur von Nickel entdeckt werden.

*Schreibersit.* Der Schreibersit kommt in derselben Art wie der Troilit vor, obgleich in kleineren Mengen und tritt in bis zu 0,5 cm im Durchmesser betragenden Individuen auf. Ausserdem trifft man Körner von Phosphornickeleisen im Troilit an.

In dem Teile des Meteoritenmaterials, der vom Kaufmanne (siehe Seite 50) aus dem Metalle herausgekratzt worden war, konnte mit dem Magneten ein hartes, aus scharfkantigen Splintern bestehendes Pulver von einem Minerale mit muscheligem Bruche und starkem weissen Glanze herausgezogen werden. Dieses Mineral hatte den Atmosphärien merkwürdig gut Widerstand geleistet und war noch ganz blank, obgleich die Nickeleisenflitter, die mit demselben zusammen aufbewahrt worden waren, von Rost bedeckt waren. Mit dem Magneten folgten Körner, die bis zu 2 mm im Durchschnitt hatten, sehr spröde waren und so hart, dass sie, wenn auch nur mit Schwierigkeit, Glas ritzen konnten. Diese Körner fällten aus einer konzentrierten Kupferammoniumchloridlösung kein Kupfer, obgleich gleichzeitig behandeltes Nickeleisen mit einer dicken roten Schicht metallischen Kupfers überzogen wurde. Von verdünnter Salzsäure und von verdünnter wie auch konzentrierter Salpetersäure wurde das Mineral nicht merkbar angegriffen, es löste sich jedoch schnell und vollständig in Königswasser. Auf Grund dieser vorbereitenden Versuche wurde eine kleine Menge des Mineralen durch wiederholte Behandlung mit Kupferammoniumchlorid, verdünnter Salpetersäure und schliesslich mit warmer konzentrierter Salpetersäure gereinigt. In diesen Reagenzien löste sich eine sehr geringe Menge der Substanz, wahrscheinlich nur Verunreinigungen. Nach dem Reinigungsprozesse, der durch Waschen mit Alkohol und Äther abgeschlossen wurde, blieben 0,909 g von einem Pulver übrig, das den prachtvollsten weiss-

grauen Glanz hatte, poliertem Nickel ähnlich, und sehr stark magnetisch war.

Mit dem Pyknometer wurde das spezifische Gewicht des in dieser Weise hergestellten Schreibersit zu 7,278 bestimmt.

Die Analyse des Minerals wurde nach O. Sjöströms <sup>1)</sup> Methoden ausgeführt mit dem Unterschiede, dass Ammoniumformiat überall beim Trennen des Eisens von Nickel und Kobalt anstatt des Acetats angewandt wurde, und dass Nickel und Kobalt schliesslich mit NaOH gefällt wurden und nach sorgfältigem Auswaschen im Wasserstoffstrome geblüht und als Metalle gewogen wurden:

Angew. Menge	515,2 mg		Fe <sub>2</sub> NiP
Fe	284,1 mg	55,15 %	55,5 %
Ni	150,2 "	29,15 "	29,1 "
Co	1,1 "	0,21 "	—
P	76,9 "	14,98 "	15,4 "
	<u>S:a 512,3 mg</u>	<u>99,44 %</u>	<u>100,0 %</u>

Zum Vergleich werden hier diejenige Analysen von Phosphornickeleisen angeführt, bei welchen man die Garantie haben kann, dass sie an einem in einigermaßen befriedigender Weise isolierten Materiale ausgeführt sind, insoweit das aus den Beschreibungen des Analysenmaterials hervorgeht. Nur diejenigen Analysen wurden mitgenommen in welchen das Verhältnies zwischen Fe + Ni + Co : P gleich 3 : 1 ist.

#### Phosphornickeleisen-analysen.

1. E. Cohen. Meteoreisen-Studien XI. Annal. des K. K. naturh. Hofmuseums. Wien 1900. Bd. XV. S. 351.
2. E. Cohen. Meteoritenkunde I. Stuttgart 1894.
3. W. Tassin. The Casas Grandes Meteorite. Proceedings of the U. S. Nat. Mus. 1902.
4. E. Cohen und E. Weinschenk. Meteoreisen-Studien. Annal. d. K. K. naturh. Hofmuseums. Wien 1891. Bd. VI. S. 131.
5. E. Cohen und E. Weinschenk. Meteoreisen-Studien. Siehe 4.
6. E. Cohen. Meteoreisen-Studien III. Ann. d. K. K. Hofmuseums. Wien 1894. Bd. IX. S. 97.
7. E. Cohen. Siehe 1.
8. E. Cohen und E. Weinschenk. Siehe 4.
9. E. Cohen. Siehe 6.
10. L. Smith. Meteoric Iron from Tazewell County., East Tennessee. Americ. Journ. Sc. 1855 in Cohen. Meteoritenkunde I. S. 132.

<sup>1)</sup> O. Sjöström. Die chemische Untersuchung der Meteoreisen. Mittheil. des naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen. 1898.

11. V. Flight. Report of an Examination of the Meteorites of Cranbourne in Australia etc. Phil. Trans. of R. S. 1882.

12. E. Cohen. Siehe 6.

13. E. Cohen. Siehe 1.

14. E. Cohen. Siehe 1.

15. E. Cohen. Siehe 6.

16. E. Cohen und E. Weinschenk. Siehe 4.

N:o	Der Meteorit.	Fe	Ni	Co	P	Summa	
1	Sao Juliao . . . .	69,44	14,44	0,43	15,68	100,0 <sup>1)</sup>	Cu 0,43 sp. v. 7,1783
2	Bischtübe . . . .	65,75	18,85	0,43	15,47	100,00 <sup>1)</sup>	
3	Casas Grandes . . .	64,88	20,11 <sup>2)</sup>	—	15,00	99,80	sp. v. 7,123.
4	Toluca . . . . .	63,87	19,15	1,68 <sup>3)</sup>	15,38	100,18	
5	Glorieta . . . . .	63,36	19,63	1,23 <sup>3)</sup>	15,49	99,71	sp. v. 7,2618.
6	Hex River M:nts . .	62,45	21,71	0,35	15,49	100,00 <sup>1)</sup>	
7	Kendall Co: . . . .	61,78	21,93	0,38	15,70	100,00 <sup>1)</sup>	Cu 0,21.
8	Hraschina . . . . .	57,46	25,78	1,32 <sup>3)</sup>	15,31	99,87	
9	Hex River M:nts . .	56,71	27,36	0,47	15,46	100,00 <sup>1)</sup>	
10	Knoxville . . . . .	56,53	28,02	0,28	14,86	99,69	sp. v. 7,017.
11	Cranbourne . . . . .	56,12	29,18	—	13,51	98,81	
12	Sancha Estate . . .	55,30	28,78	0,60	15,32	100,00 <sup>1)</sup>	
13	Cosbys Creek . . . .	54,43	29,36	0,67	15,45	100,25	Cu 0,34.
14	Mount Joy . . . . .	54,12	29,71	0,47	15,70	100,00 <sup>1)</sup>	
15	Bolson de Mapimi . .	51,60	30,88	0,70	14,88	99,56	Cr. 0,70, Unlös. 0,96.
16	Magura . . . . .	50,52	33,90	0,62	15,68	100,94	
17	Marjalahti . . . . .	55,15	29,15	0,21	14,93	99,44	

Von diesen 17 Analysen, welche Alles, was man mit Sicherheit über die Zusammensetzung des Phosphornickeleisens weiss, representieren, ergeben 8 Resultate, die ziemlich genau mit der Formel  $Fe_2 (Ni Co) P$  übereinstimmen. Von den übrigen haben 7 einen niedrigeren Nickelgehalt als diese und zeigen sehr starke Variationen im Verhältniss zwischen Fe und  $Ni + Co$ , während 2 Analysen einen ein wenig höheren Nickelgehalt ergeben als wie die Formel erfordert.

Es scheint dem Verfasser, als ob die Zahlenwerte dieser Analysen in der Art gedeutet werden könnten, dass in den Meteoriten am häufigsten das Phosphid  $Fe_2 Ni P$  vorkommt, aber dass ausserdem, wenn auch selten, eine Serie von isomorphen Mischungen von  $Fe_3P$

und  $\text{Ni}_3\text{P}$  mit geringem Gehalte an  $\text{Co}_3\text{P}$  vorhanden wäre. Diese Phosphide würden also mit  $\text{CaCO}_3$  und  $\text{MgCO}_3$  analog sein, indem ausser den isomorphen Mischungen zwischen den beiden Komponenten auch eine Verbindung von konstanten Proportionen vorhanden wäre (Dolomit).

Derselben Ansicht scheint auch E.S. Dana <sup>1)</sup> zu sein, der von der Zusammensetzung des Schreibersit sagt: „a phosphide of iron and Nickel  $(\text{Fe Ni})_3\text{P}$  in part  $\text{Fe}_2\text{NiP}$ “. Wogegen Cohen, dem man einen grossen Teil der Analysen von Phosphornickeleisen zu verdanken hat, fortgesetzt <sup>2)</sup> an seiner schon 1889 <sup>3)</sup> ausgesprochenen Ansicht festzuhalten scheint, dass der Schreibersit ebenso wie dessen Varietät der Rhabdit die Zusammensetzung  $(\text{Fe Ni Co})_3\text{P}$  hat, in welcher Eisen, Nickel und Kobalt vicariierende Bestandteile sind.

---

<sup>1)</sup> E. S. Dana: The System of Mineralogy, New York 1900. S. 31.

<sup>2)</sup> E. Cohen. Meteoreisen-Studien XI. Ann. d. K. K. naturh. Hofmuseums. Wien 1900.

<sup>3)</sup> E. Cohen. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1889. I. S. 225.

# Der Platz der beiden neuen finnischen Meteoriten in den Meteoritensystemen.

Die gegenwärtig in Deutschland, Österreich und Skandinavien übliche Klassifikation der Meteoriten, ist diejenige von Rose <sup>1)</sup>, mit der Erweiterung, welche sie durch Tschermak erhalten hat.

In Frankreich scheint das Daubrée-Meunier'sche System allgemein gebräuchlich geworden zu sein und nach diesem Systeme sind die Sammlungen des „Musée d'histoire Naturelle“ zu Paris geordnet.

Die anglo-sächsische Welt ist wiederum der Klassifikation von Ch. U. Shepard <sup>2)</sup> gefolgt. Doch ist von seinem ganzen Systeme nur die Einteilung in 3 Klassen: Litholites, Lithosiderites und Siderites (Steine, Stein und Eisen gemischt, Meteoreisen) gebräuchlich.

---

Das System von Rose-Tschermak hatte im Jahre 1883 <sup>3)</sup> folgendes Aussehen:

- I. Wesentlich aus Eisen bestehende Meteoriten: *Meteoreisen*.
- II. Eisengrundmasse mit eingeschlossenen Silikaten.  
*Pallasit*. Eisen und Olivin bilden die Hauptgemengteile.  
*Mesosiderit*. Eisen mit Olivin und Bronzit.  
*Siderophyr*. Eisen und Bronzit.  
*Grahamit*. Eisen mit Plagioklas, Olivin und Bronzit.
- III. Olivin, Bronzit mit untergeordnetem Eisen sind die Gemengteile. Die Textur meist chondritisch.  
*Chondrit*.

---

<sup>1)</sup> G. Rose. Beschreibung und Eintheilung der Meteoriten. Berlin 1864.

<sup>2)</sup> Ch. U. Shepard. New Classification of Meteorites. Am. Journ. Sc. 1867.

<sup>3)</sup> G. Tschermak. Beitrag zur Classification der Meteoriten. Sitzb. d. K. Akad. Wien 1883.

IV. Olivin, Bronzite, Pyroxene im Wechsel bilden die Hauptgemengteile.

*Chassignit.* Olivin.

*Amphoterit.* Olivin und Bronzit.

*Diogenit.* Bronzit und Hypersten.

*Chladnit.* Enstatit.

*Bustit.* Diopsid und Enstatit.

V. Augit, Bronzit und Kalkfeldspath sind die Hauptgemengteile. Die Rinde ist glänzend.

*Howardit.* Augit, Bronzit, Plagioklas.

*Eukrit.* Augit, Anorthit, statt letzterem auch Maskelynit.

Im Jahre 1885 formulierte Tschermak <sup>1)</sup> die Definitionen der Hauptgruppen ein wenig anders:

- I. Calciumreiche Steine, arm an gediegenem Eisen.
- II. Magnesiumreiche Steine, arm an gediegenem Eisen.
- III. Magnesiumreiche chondritische Steine, mit gediegenem Eisen.
- IV. Eisen mit Silikaten.
- V. Meteoreisen.

Laut der späteren Definition von Tschermak gehört Hvittis, der 21,5 % Nickeleisen und 59 % Enstatit hat, zu der Gruppe III.

Nach der Zusammenstellung der Unterabteilungen der Tschermak'schen III:ten Gruppe von Wülfing <sup>2)</sup>, kann man diese Gruppe, welche die Chondrite umfasst, in folgender Weise einteilen:

1. *Howarditische Chondriten.* Die Übergangsglieder von den Howarditen <sup>3)</sup> zu den Chondriten.
2. *Weisse Chondriten.*
3. *Intermediäre Chondriten.* (Die Übergangsglieder zwischen 2 und 4.
4. *Graue Chondriten.*
5. *Schwarze Chondriten.*
6. *Kügelchenchondriten.*
7. *Krystallinische Chondriten.*

<sup>1)</sup> G. Tschermak. Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteoriten. Stuttgart 1885.

<sup>2)</sup> E. A. Wülfing. Die Meteoriten in Sammlungen und ihre Litteratur. Tübingen 1897.

<sup>3)</sup> Die Howardite bestehen aus Splittern von Augit, Anorthit, Bronzit und Olivin mit einer tuffartigen Grundmasse.

8. *Kohlige Chondriten.*

9. *Orvinit*, Bruchstücke eines typischen Chondriten in einer schwärzlichen Bindemasse, die Fluidalstruktur zeigt.

10. *Tadjerit*. Dunkler, grösstenteils aus halbglasiger Grundmasse bestehender Chondrit.

11. *Ureilit*. Schwarze, teils chondritische, teils körnige und dann aus Olivin bestehende Massen, welche kontinuierliche Eisensadern enthalten.

Auf Grund der krystallinischen Struktur des Hvittis-Meteoriten und seines geringen Chondregehaltes müsste er zu den krystallinischen Chondriten gezählt werden. Innerhalb dieser Gruppe würde er mit olivinreichen Chondriten mit zum Teil niedrigem Eisengehalte zusammenstehen. Der Hvittis-Meteorit unterscheidet sich von den übrigen krystallinischen Chondriten durch einen hohen Metall- und Sulfid-Gehalt (31 %) und dadurch, dass er Oldhamit enthält und keinen Olivin. Durch die Mineralkombination Enstatit und Nickeleisen als Hauptbestandteile, nebst Plagioklas und Oldhamit, steht er unter den Meteoriten einzig da und muss eine eigene Gruppe unter den Chondriten beanspruchen. Der Hvittis-Meteorit könnte am besten ein *krystallinischer Enstatit-Chondrit* genannt werden.

Das System von Daubrée <sup>1)</sup> ist folgendes:

Meteoriten, Eisenmetall enthaltend	}	Silikate fehlen . . . . .	<i>Holosiderite</i>
		Silikat	Eisengrundmasse mit Silikat: <i>Syssiderite</i>
		und Eisen	Eisen als Körner in einer Silikatgrund- masse: <i>Sporadoside- rite</i>
		}	Eisen sehr reichlich: <i>Polysiderite</i> Eisen nicht sehr reichlich: <i>Oligosiderite</i> Eisen nicht mit blossem Auge sichtbar: <i>Chryptosiderite</i>

Meteoriten ohne Eisen . . . . . *Asiderite*.

Später hat Meunier ein System auf Grund des hier genannten aufgestellt, das nicht weniger als 62 verschiedene Typen enthält <sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> A. Daubrée. C. r. 1867.

<sup>2)</sup> St. Meunier. Guide dans la collection de météorites du Muséum d'histoire naturelle. Paris 1898.

Das System von Meunier ist streng mineralogisch, so dass jede Mineralkombination einen besonderen Typus bildet. Der Hvittis-Meteorit repräsentiert deshalb in diesem System einen eigenen Typus, der in Übereinstimmung mit der Nomenklatur von Meunier *Hvittisit* genannt werden soll.

Der Hvittisit gehört in dem Systeme Daubrées zu den Spodosideriten und zwar zu deren Unterabteilung den Oligosideriten.

In der Klassifikation von Meunier, aus dem Jahre 1898, erhält der Hvittisit einen Platz unter den Meteoriten, die deutlich erkennbare metallische Körner enthalten, neben Meuniers Typus 34, *Erxlébénite*.

---

*Marjalahti* ist ein echter Pallasit und wird sowohl in dem Systeme Tschermak's wie auch in dem Meunier's diesen Namen tragen. *Marjalahti ist der einzige Pallasit, dessen Fall man beobachtet hat.*

Die übrigen von den Übergangsgliedern zwischen den Eisenmeteoriten und den Steinmeteoriten deren Fall beobachtet wurde, sind: *Barea* <sup>1)</sup>, der am 4. Juli 1842 in Spanien gefallen ist und zu den Mesosideriten gehört, *Esterville* <sup>2)</sup> gefallen am 10. Mai 1870, in Iowa und *Veramín* <sup>1)</sup>, gefallen in Februar 1880 in Persien, die ebenfalls beide zu den Mesosideriten gezählt werden.

Der Meteorit, der am 1. October 1868 bei *Lodran* <sup>2)</sup> in Indien gefallen ist, bildet wiederum seine eigene Gruppe, die *Lodranite*.

---

<sup>1)</sup> C. Klein. Die Meteoritensammlung der k. Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin am 5. Februar 1903. Sitzb. d. k. Akad. zu Berlin 1903.

<sup>2)</sup> A. Brezina. Die Meteoritensammlung des K. K. naturh. Hofmuseums. Ann. der K. K. naturh. Hofmuseums. Wien 1896. Bd. X. S. 231.

## Anhang.

### **Trennung des Eisens von Nickel und Kobalt unter Benutzung von Ameisensäure.**

Die Trennung des Eisens von Nickel und Kobalt gehört zu den in jeder Meteoritenanalyse vorkommenden Operationen. Leider gehört diese Trennung nach allen üblichen Methoden zu den schwierigsten und mühsamsten. Keine der Methoden ergibt durch eine einzige Fällung einen nickel- und kobaltfreien Niederschlag.

Das einmalige Fällen mit einem Ueberschuss von Ammoniak in Gegenwart von Ammoniumchlorid trennt nur 73 % des Nickelgehaltes und 52 % des Kobaltgehaltes vom Eisen <sup>1)</sup>. Durch Lösen der Fällung und nochmaliges Fällen kann man zu einem besseren Resultate gelangen. So hält Friedheim <sup>2)</sup> eine 6—7 Mal wiederholte Fällung für nötig, um eine vollständig nickelfreie Eisenfällung zu erzielen. Nach meinen Versuchen ist bei einem Gehalte von ungefähr 10 % an Ni + Co ein 3—4 maliges Fällen genügend gewesen, wenn die Lösung nach dem Hinzufügen von Ammoniak 1—2 Stunden auf dem Wasserbade gestanden hat.

Das Fällen mit Bariumkarbonat in der Kälte oder mit Alkalisuccinat ist auch angewandt worden. Beide Methoden ergeben eine vollständigere Trennung als die Ammoniakmethode, sie leiden aber an einem grossen Übelstande: die erhaltenen Niederschläge filtrieren nämlich sehr schlecht. „Der Bernsteinsäureniederschlag“ ist noch schleimiger als die Niederschläge nach der Acetatmethode.

---

<sup>1)</sup> v. Baumhauer. Ref. in Zeitschr. für Anal. Ch. 1871. S. 217.

<sup>2)</sup> C. Friedheim. Über die chemische Zusammensetzung der Meteoriten von Alfianello und Concepcion. Sitzb. d. k. Akad. zu Berlin 1888. S. 345.

Classens <sup>1)</sup> Methode, Nickel und Kobalt mit conzentrierter Essigsäure aus einer Lösung, in welcher die Metalle als Kaliumdoppelsalze von Oxalsäure vorhanden sind, zu fällen, hat wiederum den Nachteil, dass grosse Mengen nicht flüchtiger Stoffe zugesetzt werden müssen. Weiter schreibt Classen vor, dass die Lösung 5—6 Stunden vor dem Filtrieren auf dem Wasserbade stehen muss, und Sjöström <sup>2)</sup> hat beobachtet, dass 10 Stunden in manchen Fällen nicht genügten um alles Nickel zu entfernen.

Die Methode, von P. Jannasch <sup>3)</sup> Eisen von Nickel oder Kobalt durch Wasserstoffsuperoxyd zu trennen, scheint gute Resultate zu geben, aber wenn sowohl Nickel als Kobalt zugegen sind, wird eine vollständige Trennung nicht erzielt <sup>4)</sup>.

Die Methode von Zimmermann <sup>5)</sup>, Fällen mit  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  nach Zusatz von Ammoniumsulphocyanat giebt befriedigende Resultate <sup>6)</sup>, fordert aber eine mehrmalige Fällung.

Eine wiederholte Fällung mit Natriumacetat ergiebt eine vollständige nickel- und kobaltfreie Eisenfällung. Fletcher <sup>7)</sup> fällte bei der Analyse von Zomba 4 Mal, sagt aber, dass in den beiden letzten Filtraten nur eine geringe Menge Nickel vorhanden war. Sjöström, der durch zahlreiche Meteoreisenanalysen Erfahrungen gesammelt hat, hält eine Fällung von 4—6 Malen mit Natriumacetat, gefolgt von einer Fällung mit Ammoniak in Gegenwart von Ammoniumchlorid für nötig. Er sagt, dass eine Fällung 75—80 % vom ganzen Nickelgehalte, zwei Fällungen 90 % und drei Fällungen 94—95 % geben. Nach Erfahrungen, die ich gemacht habe, sind die nach der Acetatmethode erhaltenen Niederschläge in der Hinsicht sehr empfindlich, dass sie leicht schleimig werden und nicht filtriert werden können. Bei fortgesetztem Auswaschen lösen sie sich oft im Waschwasser oder dringen durch die Poren des Filtrierpapieres und verunreinigen das

<sup>1)</sup> A. Classen. Über eine neue quantitative analytische Methode von vielfacher Anwendbarkeit. Zeitschr. für anal. Ch. 1879. S. 373.

<sup>2)</sup> O. Sjöström. Die chemische Untersuchung der Meteoreisen. Mitth. des naturv. Ver. für Neuvorpommern und Rügen. 1898.

<sup>3)</sup> P. Jannasch. Praktischer Leitfaden der Gewichtsanalyse. Leipzig 1897.

<sup>4)</sup> O. Sjöström l. c.

<sup>5)</sup> C. Zimmermann. Ann. d. Chem. 199. 1879. S. 10.

<sup>6)</sup> G. P. Merrill and H. N. Stokes. A new Stony Meteorite from Allegan. Proc. Wash. Ac. 1900.

<sup>7)</sup> L. Fletcher. On the Meteoric Stones which fell near Zomba, British Central Afrika, on January 25:th 1899, with notes on the chemical analyses of such bodies. Mineralogical Magazine N:o 59. 1901.

Filtrat. Diese Ansicht teilt Sjöström, er sagt: „Es ist deshalb sehr erklärlich, dass die meisten Analytiker mit diesen und ähnlichen lästigen und geduldprüfenden Trennungsmethoden so wenig wie möglich zu thun haben wollen“.

Doch enthält der schon oft genannte Aufsatz von Sjöström so genau ausgearbeitete Vorschriften über das Verfahren beim Anwenden der Acetatmethode, dass dieselben sie vollkommen anwendbar machen.

---

Wie man aus dem Vorhergehenden ersieht, leiden alle die besprochenen Methoden an grossen Übelständen. Es schien mir daher wünschenswert, eine bequemere Methode ausfindig zu machen.

Die Fällung, die sich bei der Acetatmethode bildet, filtriert besser als die, welche beim Benutzen von Succinaten erhalten wird, woher es anzunehmen war, dass eine andere organische Säure eine noch besser geartete Fällung geben würde. Da die essigsäure Lösung beim Anwenden der Acetatmethode nicht im Stande war Nickel in Lösung zu halten, müsste man es mit einer stärkeren Säure versuchen. Nach W. Ostwalds <sup>1)</sup> Tabelle kann, wenn die Chlorwasserstoffsäure mit 100 bezeichnet wird, die Stärke der Essigsäure mit 1,2 und die der Ameisensäure mit 3,9 bezeichnet werden. Nach Schulze <sup>2)</sup> ergibt eine Lösung eines Alkaliformiats in gleicher Weise wie Natriumacetat Fällungen mit Eisen und Aluminiumlösungen, doch scheidet sich das letztere Metall nicht vollständig ab. Menshutkin <sup>3)</sup> führt die Trennung des Aluminiums und Eisens von Mangan, Zink, Nickel und Kobalt als basisch ameisensaures Salz in seinem Lehrbuche an. Ogleich es schon aus den Versuchen Schulzes hervorgeht, dass diese Trennung für Al nicht anzuwenden ist, lagen also begründete Ursachen für die Annahme vor, das Ammoniumformiat zum Trennen des Eisens von Nickel und Kobalt angewandt werden konnte.

---

1) Ostwald. Lehrb. der Allgem. Chemie. Leipzig 1887. S. 789.

2) F. Schulze. Chem. Centralbl. 1861 s. 81.

3) N. Menshutkin. Analytische Chemie. Leipzig 1892. s. 311.

Bei den zur Prüfung dieser Methode angestellten Versuchen ist mir Student R. Stenbäck behülflich gewesen, wofür ich ihm hiermit meinen besten Dank ausspreche.

---

Es zeigte sich gleich, dass durch Hinzufügen von einigen cem neutraler oder schwach sauer reagierender Ammoniumformiatlösung zu einer genau neutralisierten Eisenlösung und durch Erhitzen bis zum Kochen ein Niederschlag erhalten wurde, welcher alles Eisen enthielt und welcher sich fast ebenso leicht auswaschen liess wie ein Ammoniakniederschlag. Beim Filtrieren musste die Lösung nur heiss erhalten werden.

Die Trennung des Nickels und Kobalts vom Eisen vollzog sich am besten, wenn der Becher, welcher die neutralisierte Lösung enthielt, nach Hinzufügen von Ammoniumformiatlösung schnell bis zum Aufkochen der Lösung erhitzt wurde und sobald sie aufgeköcht war, in eine Schale mit heissem Wasser gestellt wurde, die über einer Lampe nahe am Siedepunkte erhalten wurde (ein nicht vollständig kochendes Wasserbad). Hier stand sie, bis die Fällung sich am Boden abgesetzt hatte, was gewöhnlich einige Minuten dauerte. Die klare Lösung wurde jetzt durch ein Filtrum gegossen, worauf der Niederschlag in den Trichter hinüber gespült und mit heissem Wasser gewaschen wurde in der Art, dass die Filter immer fast gefüllt waren. Auf diese Weise filtrierte der Niederschlag ausgezeichnet, wogegen Versuche mit der Saugpumpe schlechte Resultate ergaben, indem die Poren des Filters verstopft wurden, und das Filtrieren vielfach langsamer als sonst vorsichging.

Das bei den Analysen I—IV angewandte Ammoniumformiat wurde in der Art zubereitet, dass eine Lösung von Ameisensäure mit Ammoniak bis zur neutralen oder schwach sauren Reaktion versetzt wurde. Bei den folgenden Analysen wurde eine neutral reagierende Lösung von Ammoniumformiat benutzt <sup>1)</sup>.

Die Analysen I und II wurden mit gewogenen Mengen Eisenchlorid und Nickelchlorid ausgeführt. In der Analyse I wurde nach

---

<sup>1)</sup> Dieses Ammoniumformiat wurde von C. A. F. Kahlbaum in Berlin geliefert.

doppelter Fällung mit Ammoniumformiat 92,80 mg  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  erhalten, die weiter keine Nickelreaktion gab, und 56,3 mg Ni. Analyse II ergab 91,8 mg  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 57,3 mg Ni im Filtrate nach der ersten Fällung und 3,9 mg Ni im Filtrate nach der zweiten Fällung. Auch in dieser Analyse war kein Nickel vorhanden in dem Filtrate, das erhalten wurde, als der bei der zweiten Formiatfällung erhaltene Eisenniederschlag in Salzsäure gelöst und auf's Neue mit Ammoniak in Gegenwart von reichlich Ammoniumchlorid gefällt worden war.

Für die nun folgenden Analysen (III—VIII) wurde eine bestimmte Menge von derselben Eisenchloridlösung und derselben Nickelchloridlösung abgemessen. Das Eisen wurde erst 2 Mal mit Ammoniumformiat, darauf mit Ammoniak in Gegenwart von ein wenig Ammoniumchlorid gefällt und nach kurzem Digerieren ausgewaschen und geglüht. Das so erhaltene Eisenoxyd wurde nach der Wägung in Salzsäure gelöst und von Neuem mit  $\text{NH}_3$  in Gegenwart von reichlich  $\text{NH}_4\text{Cl}$  gefällt, wonach das Filtrat nach Eindampfen und Vertreiben der  $\text{NH}_4$ -Salze auf Ni geprüft wurde. In keinem Fall gab die Eisenfällung eine Nickelreaktion.

Analyse N:o.	III.	IV.	V.	VI.	VII <sup>1)</sup> .	VIII.
ccm Eisenchloridlösung <sup>2)</sup> . . . . .	100	100	100	15	100	100 <sup>3)</sup>
ccm Nickelchloridlösung . . . . .	50	50	50	100	50	50 <sup>3)</sup>
mg $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . . . . .	684,8	687,4	685,4	105,9	688,1	685,2
„ NiO im 1:sten Filtrate . . . . .	136,1	140,8	—	271,3	138,4	186,3
„ NiO im 2:ten und 3:ten Filtrate . . . . .	5,1	5,6	13,1	5,9	5,4	6,2
$\%$ <sup>4)</sup> NiO im 1:sten Filtrate . . . . .	96,89	96,11		97,87	96,25	96,87
„ NiO im 2:ten und 3:ten Filtrate . . . . .	3,61	3,89		2,13	3,75 <sup>2)</sup>	3,83

Für die Analysen VIII—XII wurden neue Eisenchlorid, Nickelchlorid- und Kobaltchlorid-Lösungen zubereitet.

1) In der Analyse N:o VII wurde die Formiat-lösung mit 1 ccm Ameisensäure angesäuert. Die Fällung liess sich schwer filtrieren und waschen.

2) Die Lösungen wurden nicht besonders genau gemessen, weil kein Gewicht auf der totalen Menge lag.

3) Neuzubereitete Lösungen.

4)  $\%$  der ganzen Nickeloxydmenge.

	IX.	X.	XI.	XII.
ccm Eisenlösung . . . . .	100	100	15	100
ccm Nickellösung . . . . .	—	50	100	50
ccm Kobaltilösung . . . . .	50	15	30	15
mg Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	688,0	685,8	105,9	186,1
mg Ni+Co in 1:sten Filtrate . . . . .	136,8 <sup>1)</sup>	183,2	377,8	104,8 <sup>1)</sup>
mg Ni+Co in 2:ten und 3:ten Filtrate . . . . .	3,5 <sup>4)</sup>	13,0	10,0	71,8 <sup>2)</sup>
% von Ni+Co in 1:sten Filtrate . . . . .	97,51	93,88	27,42	53,44
% von Ni+Co in 2:ten und 3:ten Filtrate . . . . .	2,49	6,12	2,58	46,56

Aus diesen Versuchen ist ersichtlich, dass im Durchschnitt bei der ersten Fällung mit Ammoniumformiat nur 3,84% von der totalen Nickelmengung, 2,49% von der Kobaltmengung, und (wenn beide zugegen) 4,35% von der Nickel- und Kobalt-mengung in dem Eisenniederschlag enthalten sind.

Über die Effectivität von einigen der älteren Methoden finden sich Angaben bei Baumhauer<sup>2)</sup> und Sjöström<sup>3)</sup>, deren Zusammenstellen mit den durch die Formiatmethode erreichten Resultate interessant sind.

	Nach einmaliger Fällung mit:	Der im Filtrat bleibende Teil.	
		Ni	Co
Baumhauer	Ammoniak	73 %	52 %
"	Ammoniumsuccinat	15 %	69 %
"	Natriumacetat	82 %	91 %
Sjöström	" "	75—80 %	
Siehe oben	" "	53 %	
Baumhauer	BaCO <sub>3</sub> in der Kälte	92 %	85 %
"	BaCO <sub>3</sub> in der Wärme	25 %	44 %
Siehe oben	Ammoniumformiat	96,6 %	97,5 %
"	" "	95,6 %	

<sup>1)</sup> In der Analyse XII wurde die 1:ste Fällung laut der Acetatmethode ausgeführt. Ni + Co, wurden in der ersten Eisenfällung laut der Formiatmethode ebenso wie bei den anderen Analysen bestimmt.

<sup>2)</sup> v. Baumhauer. Ref. in Zeitschr. f. Anal. Ch. 1871. S. 217.

<sup>3)</sup> l. c. <sup>4)</sup> Nur Co.

Während des Verlaufs der Versuche wurde bemerkt, dass die Trennung in den meisten Fällen nach zwei Fällungen mit Ammoniumformiat so vollständig war, dass es nicht gelang Nickel oder Kobalt in der Eisenfällung aufzuweisen, und dass die Formiatmethode ebenso ausgezeichnet ist, wenn Nickel und Kobalt überwiegend sind, als wenn das Eisen die Hauptmasse des Analysenmaterials ausmacht.

## Erklärung der Tafeln.

### Tafel I.

Fig. 1. Die ausgebauchte Brustseite des Hvittis-Meteoriten. Verkleinerung ca  $\frac{1}{3}$ . — Fig. 2. Die von schwachberindeten kleinen Flächen abgestumpfte Kante zwischen der Vorderseite und der Rückseite des Meteoriten. — Fig. 3. Die aus Facetten zusammengesetzte Rückseite des Meteoriten. — Fig. 2 und 3 Verkleinerung  $\frac{1}{3}$ .

### Tafel II.

Fig. 1. Schnitt durch die Oberfläche der Vorderseite des Meteoriten. Vergrößerung 31. — Fig. 2. Strukturbild. Enstatitkristalle in Eisengrundmasse. Eisenreiche Partie des Meteoriten. Vergrößerung 44.

### Tafel III.

Fig. 1. In der Mitte Oligoklas. Die äusseren Teile der Figur werden von Enstatit und Nickeleisen eingenommen. Vergrößerung 54. — Fig. 2. Oligoklas mit Enstatit. Andeutungen zur radialstrahligen Anordnung der Enstatitsäulchen. Vergrößerung 35.

### Tafel IV.

Fig. 1. Oldhamit. Vergrößerung 140. — Fig. 2. Lamellen von Oligoklas. Nicols gekreuzt. Vergrößerung ca 300. — Fig. 3. Eine Schreibersitreiche Partie eines Dünnschliffes von Hvittis. Die hellsten Körner sind Schreibersit, die etwas dunkleren sind Nickeleisen, der dunkle Hintergrund wird von Silikaten gebildet. Reflektiertes Licht. Vergrößerung ca 30.

### Tafel V.

Fig. 1. Chonder von Enstatit und Nickeleisen. Vergrößerung 23. — Fig. 2. Chonder von Enstatit und Nickeleisen. Vergrößerung 23. — Beide Chondern sind von Hvittis.

### Tafel VI.

Fig. 1 bis 4 Geätzte Schlißflächen des Nickeleisens von Marjalahti in reflektiertem Lichte. — Fig. 1 und Fig. 2 Kleine, von Balken durchzogene

„Felder“. Vergrößerung 15. — Fig. 3. Kamazit, Taenit und Plessit. Vergrößerung 140. — Fig. 4. Plessit vom Inneren eines Feldes. — Fig. 5. Ein zum Teil berindetes Stück von Marjalahti. Verkleinerung c:a  $\frac{1}{2}$ .

### Tafel VII.

Fig. 1. Geschliffene und kräftig geätzte Nickeleisenfläche von Marjalahti. Vergrößerung 4. — Fig. 2. Eine geätzte Schnittfläche des Meteoriten von Marjalahti. Vergrößerung 4.

### Tafel VIII.

I. Kartenskizze der Umgegend von Hvittis. Die äussere punktierte Linie bezeichnet das Gebiet, innerhalb welches das Getöse beim Falle des Meteoriten wahrgenommen wurde. Die innere Linie giebt die ungefährlichen Grenzen der Gegend an, wo das Schallphänomen am kräftigsten war. — II. Kartenskizze des südöstlichen Finnlands. — Die Ziffern auf den Karten bezeichnen die Orte, von welchen Mitteilungen über die Meteoritenfälle eingelaufen sind.

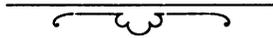




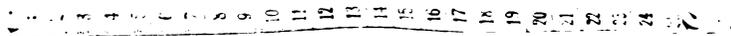
Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.





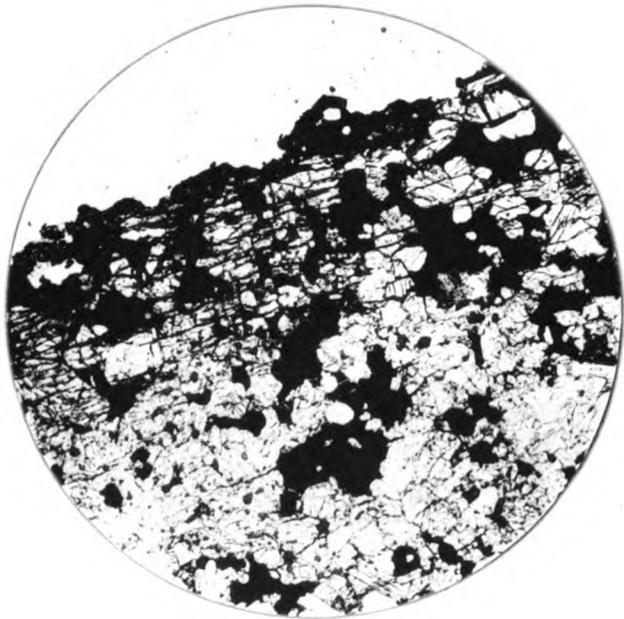


Fig. 1.

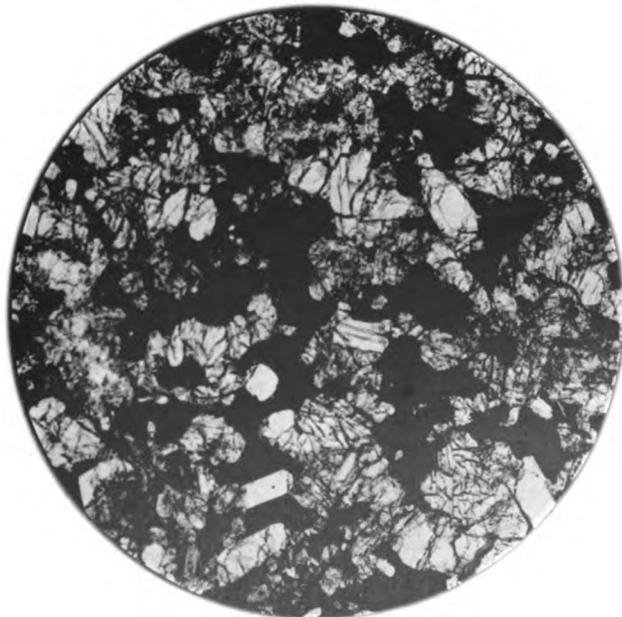


Fig. 2.



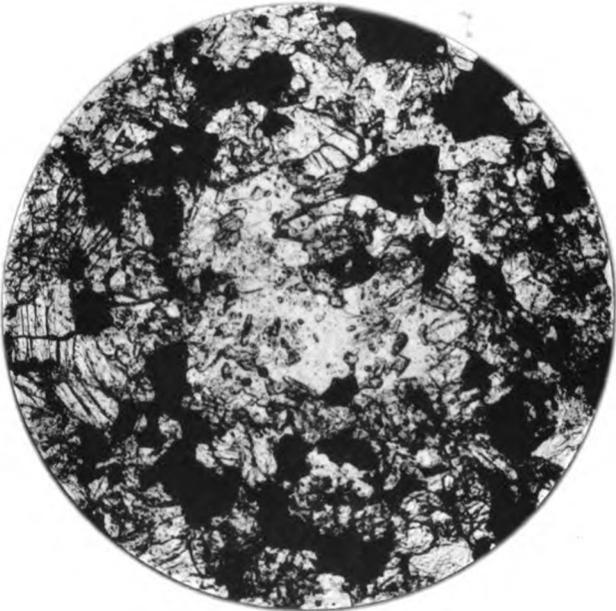


Fig. 1.

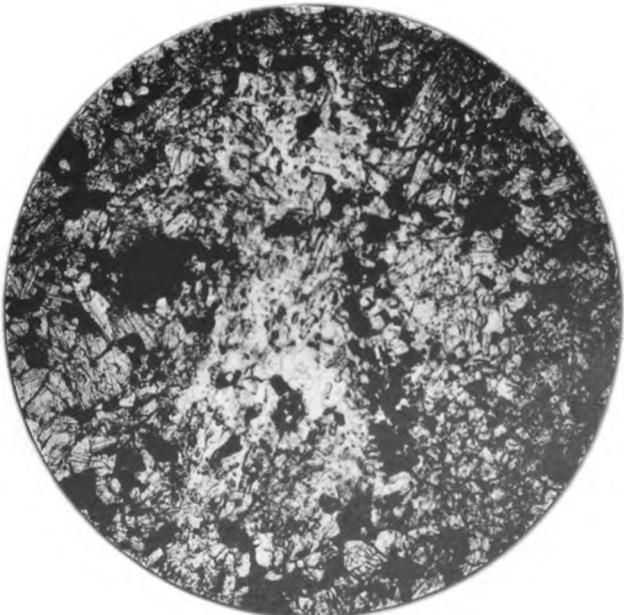


Fig. 2.



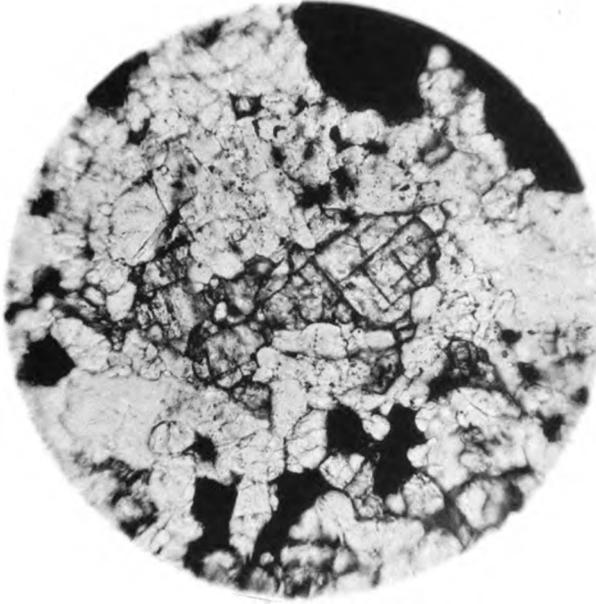


Fig. 1.

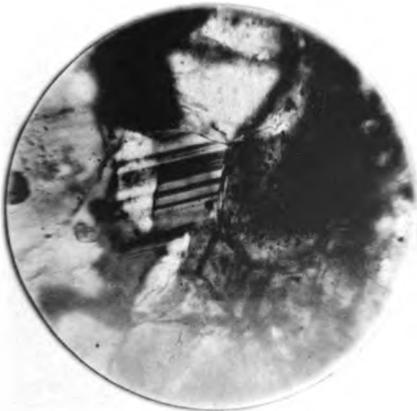


Fig. 2.



Fig. 3.



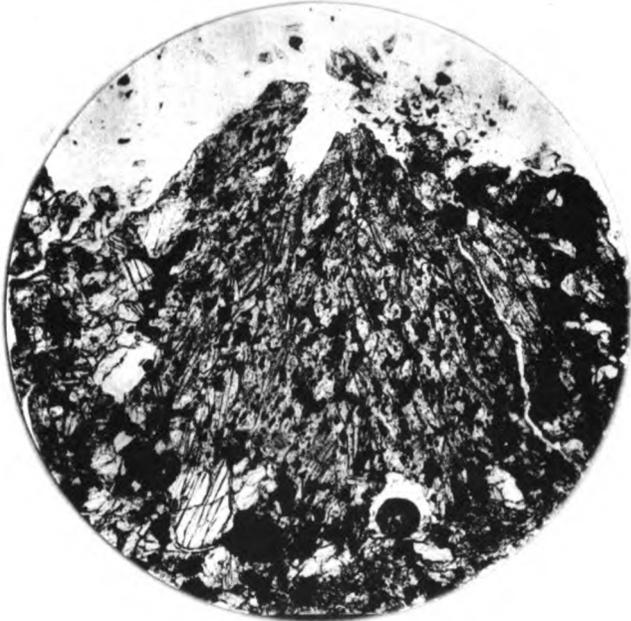


Fig. 1.

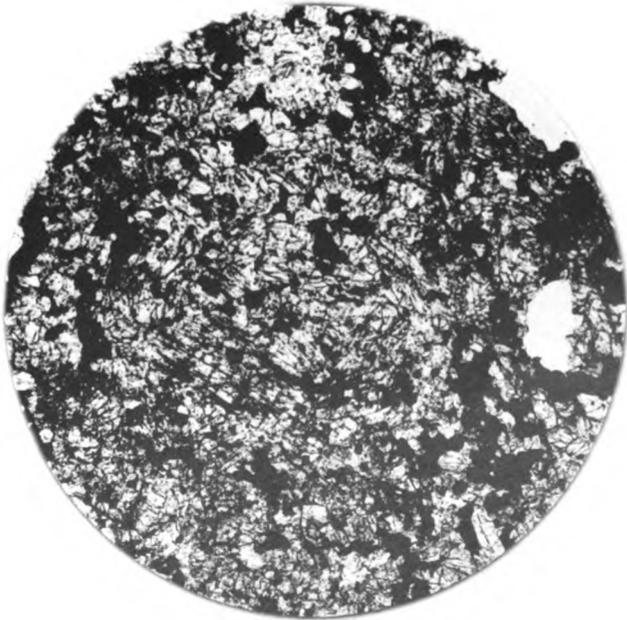


Fig. 2.





Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.

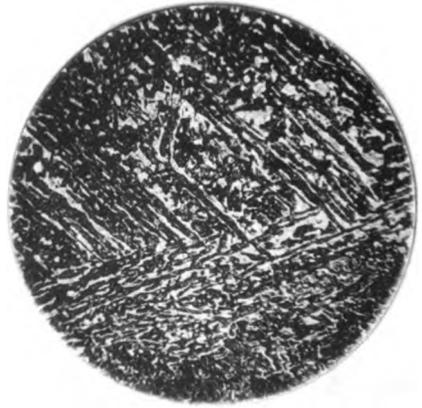
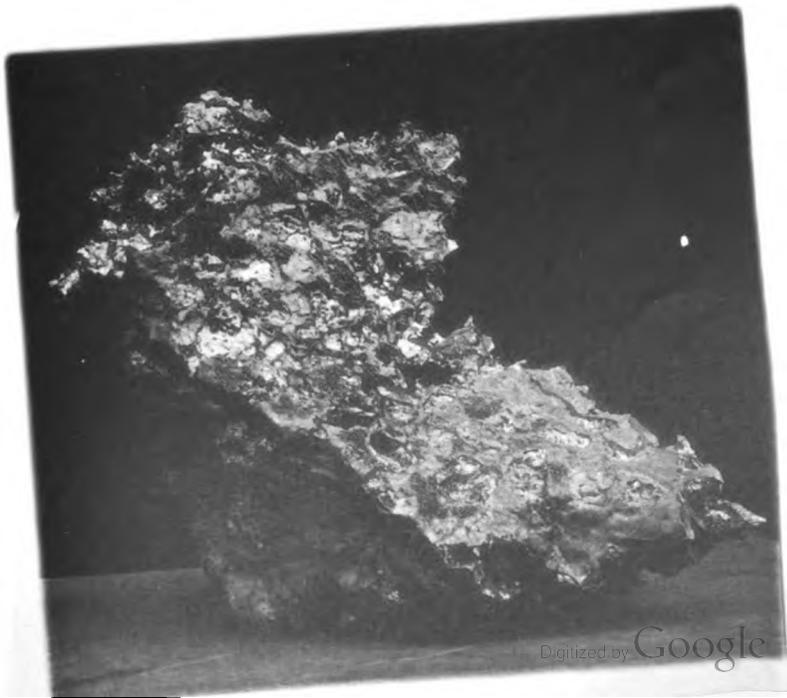


Fig. 4.





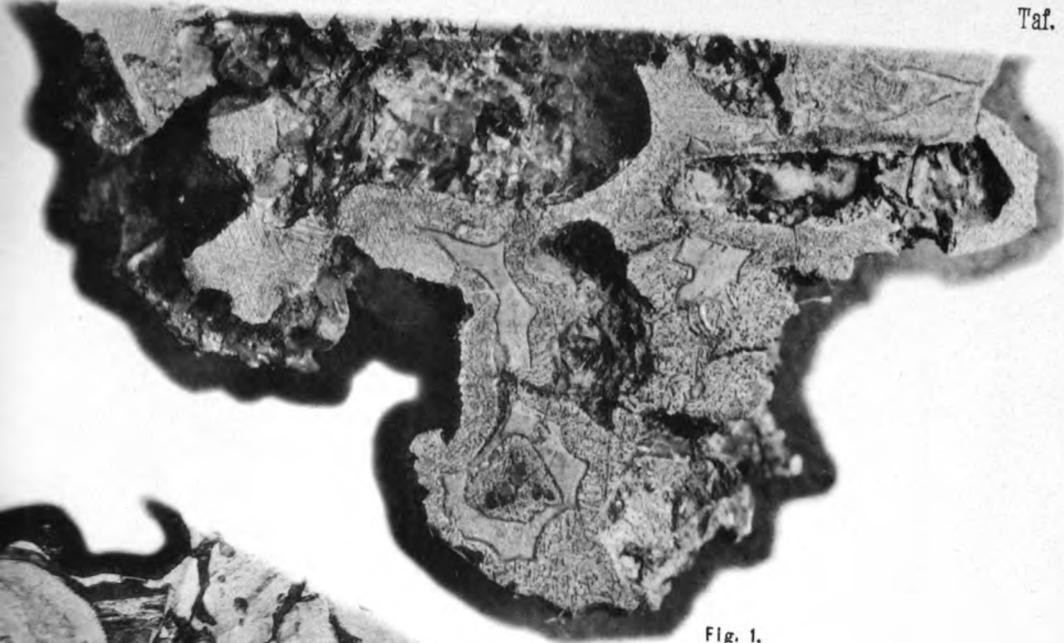
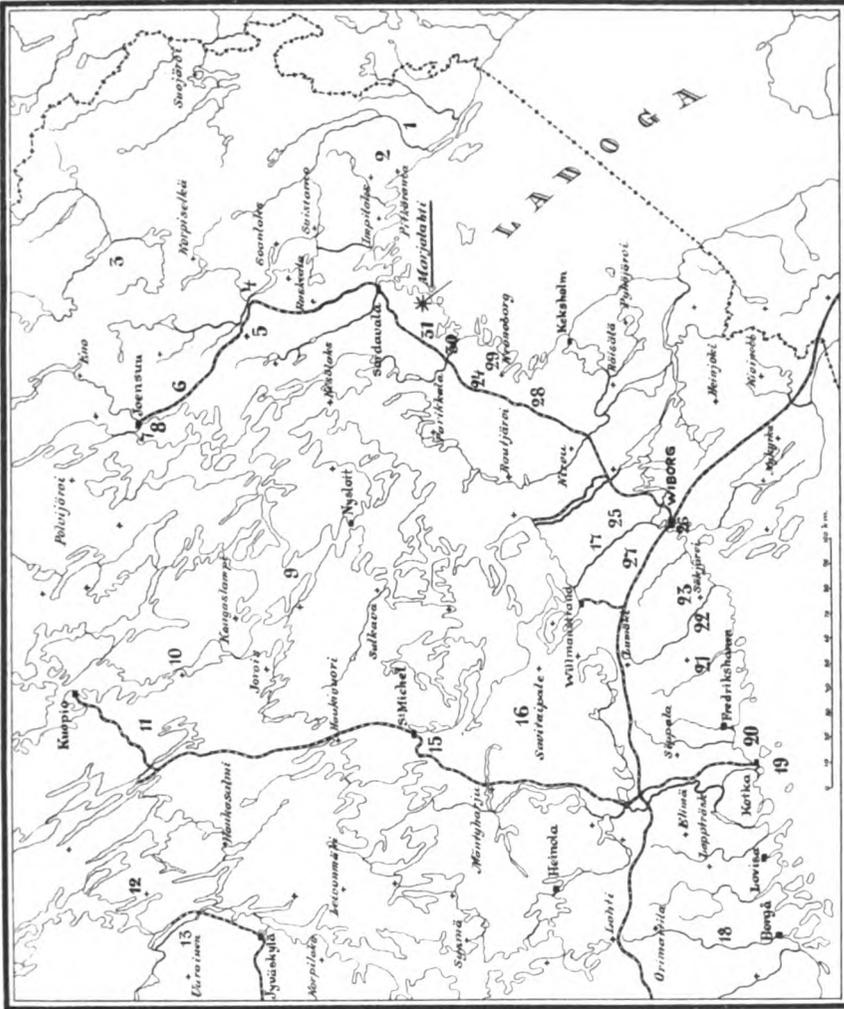


Fig. 1.

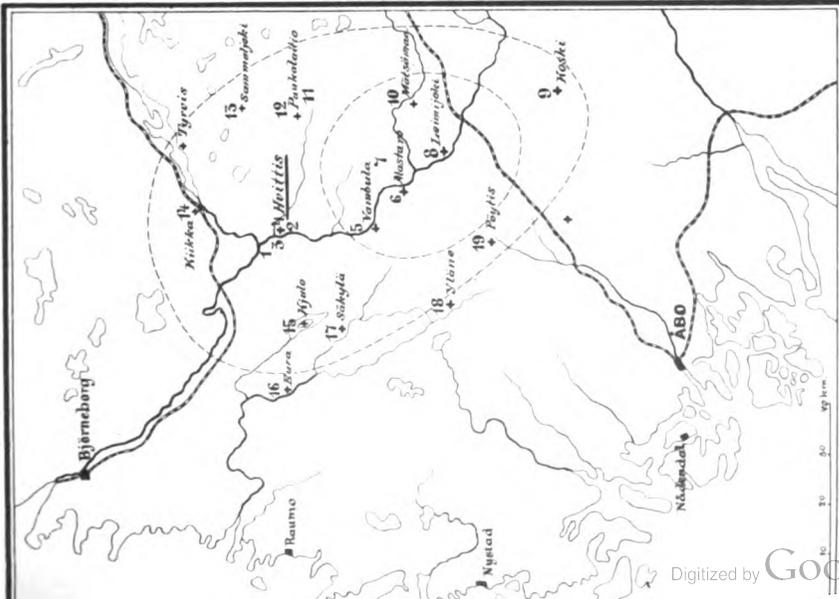


Fig. 2.





2. KARTENSKIZZE DES SÜDÖSTLICHEN FINNLANDS, DIE LAGE VON MARJALAHTI ANGEBEND.



KARTENSKIZZE DER UMGEGEND VON HVITVITTIS.

