

BULLETIN
DE LA
COMMISSION GÉOLOGIQUE
DE FINLANDE

N:o 12

DER METEORIT VON BJURBÖLE BEI BORGÅ

VON

WILHELM RAMSAY UND L. H. BORGSTRÖM

Mit 20 Figuren im Text.

HELSINGFORS

Mars 1902

Vorrede.

Es sind nun bald drei Jahre seit dem Falle des Meteoriten bei Bjurböle vergangen. Nach geglückter Auffindung und Bergung desselben wurde mir damals seine Beschreibung überlassen, welche hier nun fertig vorliegt. Dass sie so lange hat auf sich warten lassen, hängt von mehreren Umständen ab, die ich zu bewältigen nicht im Stande war. Erstens übernahm ich zu dieser Zeit die Aufsicht des mineralogischen Institutes der hiesigen Universität, und die Neuaufrichtung der dort aufbewahrten Sammlungen hat während der Semester beinahe alle Zeit, die mir vom Unterricht übrig blieb, in Anspruch genommen, und die für wissenschaftliche Arbeiten freieste Zeit, die Sommerferien, habe ich wieder zur Fortsetzung meiner geologischen Forschungen angewandt. Zweitens trat der bei uns schon lange gefühlte Mangel an geschickten und interessierten Mineralanalytikern hinzu. Da dann mein junger Freund, der jetzige Assistent am mineralogischen Institut, L. H. Borgström, sich zu dieser Zeit bei den besten Lehrern für den genannten Zweig der Wissenschaften ausbildete, fand ich es zweckmässig, ihm den chemischen Teil der Untersuchung zu übergeben und die Veröffentlichung der schon zwei Jahre fertig vorliegenden mikroskopisch-petrographischen Beschreibung aufzuschieben.

Im Sommer 1900 hatte ich die hoch zu schätzende Gelegenheit einige sehr lehrreiche Tage bei einem der besten Meteoritenkenner, Prof. Dr. E. Cohen in Greifswald, zuzubringen. Für die vielen wertvollen Rathschläge, die mir von seiner Seite zu Teil wurden, und die mir halfen ein für mich neues Gebiet zu betreten, sage ich ihm an dieser Stelle meinen besten Dank aus.

Dass mein Anteil der vorliegenden Arbeit den erfahrenen Meteoritenkennern in mancher Hinsicht unzulänglich erscheinen wird, und dass der Anteil meines Mitarbeiters die Spuren der Unerfahrenheit des Anfängers an sich trägt, ist uns wohl bewusst. Mit manchen jetzt nur oberflächlich berührten Tatsachen, besonders den nicht aus-

geführten oder knappen chemischen Bestimmungen der Mineralien, hofft indessen Herr Borgström im Zusammenhang mit der von ihm vorgenommenen Untersuchung des neugefallenen finnländischen Meteoriten, des von Hvittis, mehr eingehend sich beschäftigen zu können.

Wenn ein eifriger Meteoritenforscher aus Ungeduld über die lange Zeit, welche nach dem Fall bei Bjurböle verfloss ohne dass eine Beschreibung des Meteoriten erschien, seine eigenen Beobachtungen über diesen Gegenstand veröffentlicht hätte, wäre es verständlich und verzeihlich gewesen. Dass aber Herr Prof. St. Meunier schon im Jahre 1899 eine Mitteilung über den Meteoriten von Bjurböle zu publicieren sich beeilte ¹⁾, hat mich verwundert, denn die damals verteilten Stücke dieses Meteoriten wurden unter der Bedingung abgegeben, dass darüber nichts veröffentlicht werden dürfte, ehe die Geologische Kommission in Helsingfors, der Inhaber und Verteiler des Materiales, ihre Publikation darüber herausgegeben hätte. Indessen hoffe ich dass jene Beschreibung des Meteoriten von Biérbélé nicht das Interesse für den von Bjurböle verringert hat.

Helsingfors den 19. Februar 1902.

Wilhelm Ramsay.

¹⁾ Comptes rendus de l'Acad. de Paris, 1899, CXXVIII, 1130, und 1900, CXXX, 434.

Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå.

Von

WILHELM RAMSAY und L. H. BORGSTRÖM.

Am 12 März 1899 fiel bei Bjurböle unfern der Stadt Borgå in Finland der Meteorit nieder, dessen Beschreibung folgender Aufsatz gewidmet ist. Über den merklichen Fall hat Herr Professor Dr. A. Donner in Helsingfors uns bereitwilligst die unten stehende vorläufige Schilderung mitgeteilt.

»Teils durch Notizen in der Tagespresse, teils durch Mitteilungen, die mir von zahlreichen interessierten Personen in Folge einer in den Zeitungen eingeführten Aufforderung zugesandt wurden, ist ein sehr reichhaltiges Beobachtungsmaterial betreffend der Erscheinung des Bjurbölemeteoriten zusammengebracht worden. Zur endgültigen Bearbeitung desselben habe ich leider noch nicht die nötige Musse gefunden, jedoch erlaubt der Überblick der Verlaufs, den ich bis jetzt gewonnen, die folgende zusammenfassende Mittheilung.

Das Meteor erschien am 12. März 1899 um etwa 10 Uhr 29 Min. 30 Sec. Abends nach mittlerer Helsingforszeit und zeigte zur Zeit seiner kleinsten Entfernung von Helsingfors einen scheinbaren Durchmesser gleich dem des Vollmondes aber einen wesentlich stärkeren Glanz. Hinter ihm — und nach einigen Beobachtern auch vor ihm — sah man einen Schweif mit blauweissem Schein, welcher ein Paar Mal plötzlich aufflammte; in der nächsten Nähe des Meteors ging diese Farbe in rot und gelb, auch grün über.

Der Erscheinung folgte ein kräftiges, andauerndes Getöse. Sehr viele Beobachter — unter ihnen ich selbst (Donner) — hörten anfangs einen scharfen Knall, und das Getöse ging dann allmählich in ein Schmattern über, das mehrere Minuten andauerte und mit dem Geräusch verglichen werden kann, welches ein Fuhrwagen auf einem schlechten Pflaster hervorrufft. Einige Personen haben mit der Uhr

in der Hand die Zeit gemessen, welche zwischen der Lichterscheinung und dem Knall verfloss, und die sicherste Beobachtung giebt dafür 1 Min. 45 Sec. an. Angenommen, dass der Schall von dem dem Beobachter nächstliegenden Punkte der Bahn kam, würde somit das Bolid Helsingfors in einem Abstand von ca 35 km passiert haben.

Das Leuchten des Meteors wurde im grössten Teil von Finland sowie in den um die Ostsee herum gelegenen Ländern gesehen. An mehreren, besonders östlich und nördlich gelegenen Orten, wo das Meteor sich in einer ansehnlichen Höhe über dem Horizont befand, hinderten indessen Wolken und Schneefall das Wahrnehmen des Körpers selbst und seine Gegenwart wurde nur durch ein intensives Licht erkannt. Im östlichen Schweden und in den baltischen Provinzen war dagegen der Himmel heiterer.

Am frühesten wurde das Meteor in Riga und Stockholm wahrgenommen. Es befand sich dann über der Ostsee südlich von Åland und westlich von Dagö, aber

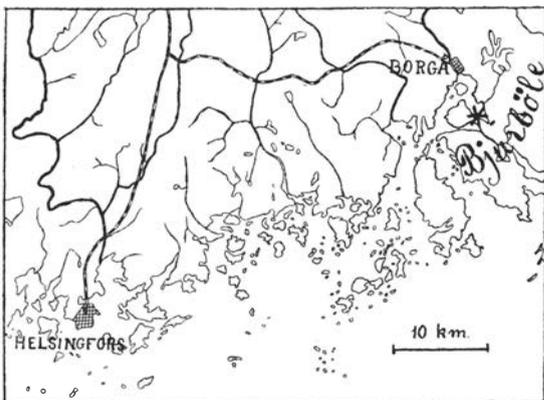


Fig. 1.

erschien nur als eine ungewöhnlich starke Sternschnuppe. Seine grosse Lichtintensität scheint es erst erreicht zu haben, als es zwischen Hangö und Dagö mitten über dem Finnischen Meerbusen passierte. Nachher hat das Bolid sich allmählich der finnischen

Küste genähert und ist südlich von Helsingfors gegen den Fallort hin fortgeschritten. Dieser lag beim Hofe Bjurböle, ca $7\frac{1}{2}$ km S.S.E. von der Stadt Borgå entfernt. (Fig. 1).

Dieser lag beim Hofe Bjurböle, ca $7\frac{1}{2}$ km S.S.E. von der Stadt Borgå entfernt. (Fig. 1). Das Bolid selbst ist an zahlreichen weit zerstreuten Orten gesehen worden. Durch Beobachtungen an Zwischenstationen habe ich (Donner) seine Sichtbarkeit nördlich bis nach Ijo, südlich bis zur Stadt Wolkowisky, südlich von Grodno im Gouvernement Suwalki festgestellt. Das Getöse wird — merklich genug — auch von diesen am entferntesten gelegenen Orten erwähnt.

Es ist deutlich, dass das Bolid in dieser Entfernung erst dann gesehen werden konnte, als es schon eine bedeutende Lichtstärke

erreicht hatte, d. h. als es sich über dem Finnischen Meerbusen befand. Die oben genannten Orte liegen in einem Abstände von 6 Graden von diesem Teil der Bahn des Meteores. Um gesehen zu werden dürfte das Meteor sich indessen nicht im Horizont befunden haben. Angenommen, dass er sich wenigstens $1\frac{1}{2}$ Grad über denselben erhob, so würde daraus folgen, dass das Bolid auf seinem Wege über, sagen wir, dem westlichen Teil des Finnischen Meerbusens sich in einer Höhe von 53 km über der Meeresoberfläche bewegte. Dieses

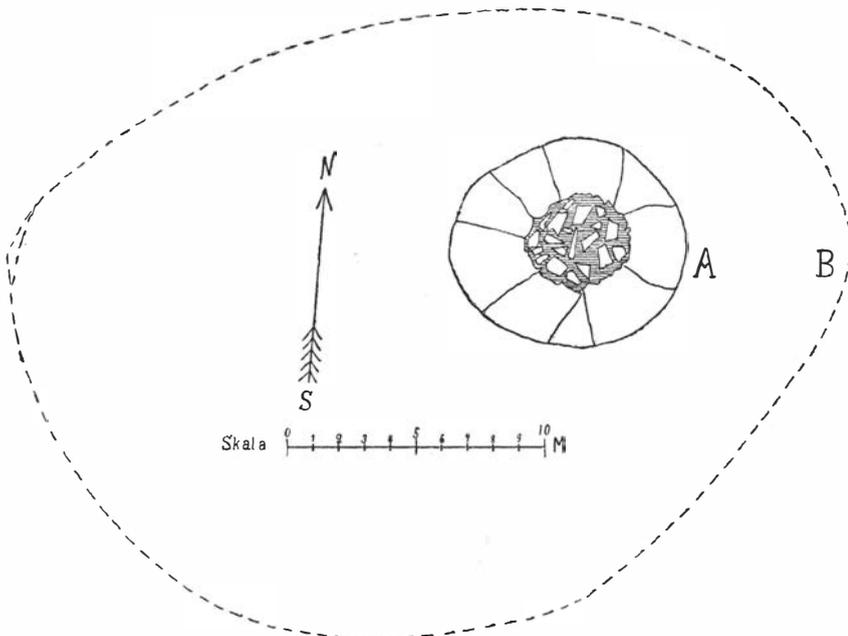


Fig. 2.

Resultat stimmt sehr gut mit der Bestimmung des Abstandes von Helsingfors überein. Während des letzten Teiles der Bahn muss sich alsdann das Meteor in Folge der angehäuften Wirkung des Luftwiderstandes sehr rasch gegen die Erdoberfläche gesenkt haben.

Die Angaben über die Dauer der Erscheinung sind leider zu wechselnd, um sichere Schlüsse über die Geschwindigkeit des Meteors zu erlauben. In jedem Falle hat es nur einige Secunden gebraucht, um seinen Weg durch die Atmosphäre zurückzulegen».

Schon am anderen Tage wurde berichtet, dass dicht am Ufer beim Hofe Bjurböle eine grosse Wake im Eise während der Nacht entstanden sei. Der eine von uns (Ramsay) besuchte unmittelbar den Ort und machte folgende Beobachtungen (Fig. 2, 3 u. 4).

Im ca 40 cm dicken Eise sah man ein grosses Loch mit fast senkrechten Wänden. Es hatte eine etwas unregelmässig ellipsoidische Form — der grösste Durchmesser 4,25 m, der kleinste 3,5 m — mit

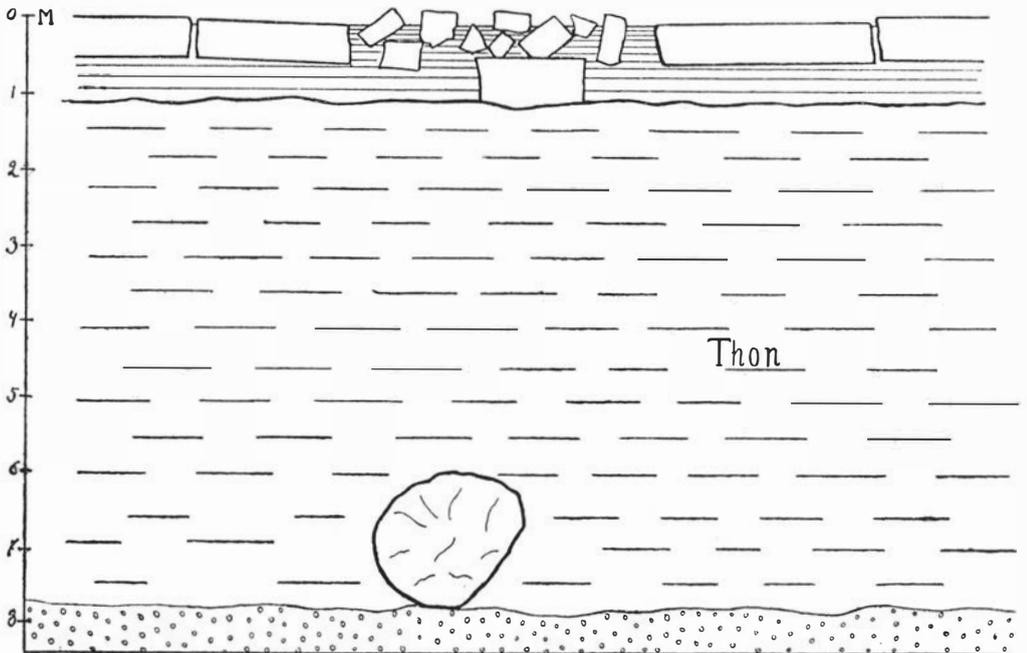


Fig. 3.

unebenen Rändern. Die Wake war voll grosser und kleiner scharfkantiger Bruchstücke von Eis, zum Teil über einander gehäuft. Das Loch lag ungefähr in der Mitte einer ellipsoidischen Partie des festen Eises, welche von dem umgebenden Eise durch Spalten abgetrennt und um einige Centimeter abgesunken war. Ihre Durchmesser betragen ungefähr 9,5 und 8 m. Vom Rande der Wake liefen Radialspalten zur Peripherie der grossen Ellipse (A in der Fig. 2).

Die Tiefe des Wassers im Loche war 90 cm. Der Boden bestand aus weichem Schlamm, der zum grossen Teil aus organischen Resten gebildet war. Unter ihm lag reiner grauer Thon bis zur Tiefe von

8 m, bei welcher man mit Stangen harten Sand und Grus fühlen konnte.

Um das Loch herum bis zu einer Entfernung von 20—25 m war das Eis mit unzähligen Tupfen und Flecken von grauschwarzem Schlamm überspritzt. (Bis zur Linie B in der Fig. 2). Auf der Westseite kamen sie reichlicher und bis zu grösserer Entfernung vom Loche vor. Es hatte nämlich während des Abends am 12. März ein östlicher Wind geweht. Aus der Form und Lage der Tupfen ergab sich deutlich, dass der

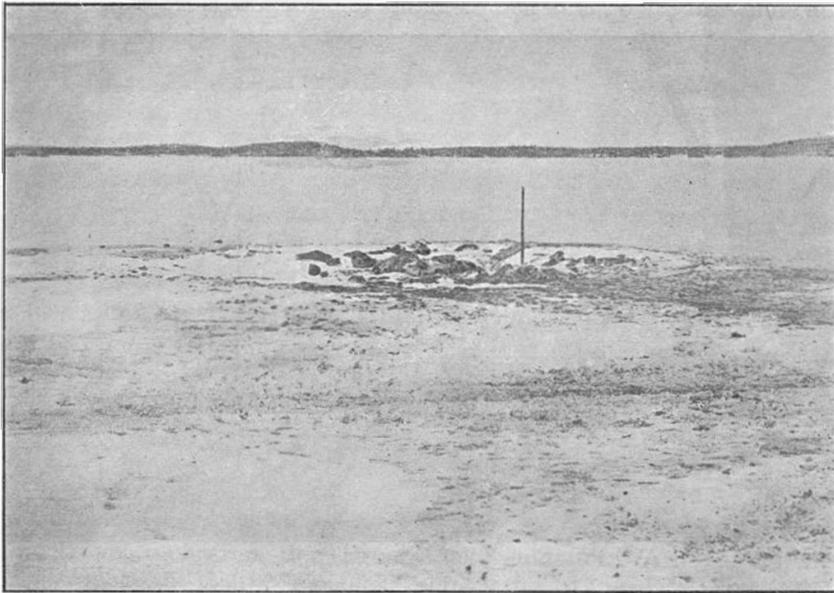


Fig. 4.

Die Stelle, wo der Meteorit das Eis durchschlagen hatte.

Schlamm aus der Wake herausgespritzt war. Die mikroskopische Untersuchung desselben erwies dieselben Diatomacéen und anderen Pflanzen- und Tierreste, die auch im Bodenschlamm sich vorfanden.

Die Versuche, den vermuteten Meteoriten durch Tasten mit Stangen zu entdecken, erwiesen sich anfangs erfolglos. Indessen war die Wahrscheinlichkeit den Fallort richtig erkannt zu haben so gross, dass die Geologische Kommission in Helsingfors Veranstaltungen für die Bergung des Meteoriten an dieser Stelle traf. Es wurde ein wasser-

dichter Brunnen aus Holzbalken erbaut und durch das Eis und das Wasser in den weichen Boden hinabgesenkt. Durch Pumpen versuchte man den Brunnen von Wasser, Schlamm und Thon zu befreien, da aber dieses nicht vollständig gelang, wurde schliesslich der Meteorit durch Taucher erhoben. Er lag 6 m unter der Oberfläche des Wassers in der Thonschicht.

Leider bildete er nicht mehr ein ganzes Stück, sondern war in zahlreiche grosse und kleine Stücke, Scherben und Pulver zerfallen. Die grössten Stücke wogen 80,2 kg, 21 kg, 18 kg und 17 kg (Fig. 5).

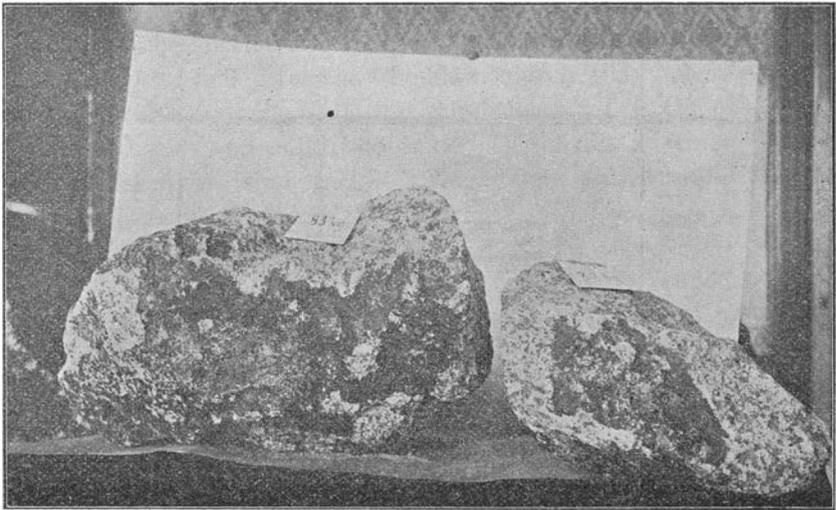


Fig. 5.

$\frac{1}{9}$ der nat. Grösse.

Das Gesamtgewicht des gehobenen Materiales betrug 328 kg. Alles, besonders die kleinsten Trümmer, konnte nicht eingesammelt werden. — Auch hatten die mit dem Bergen beschäftigten Arbeiter, wie es sich später erwies, trotz fast stetiger Aufsicht eine nicht unbeträchtliche Anzahl Stücke für sich behalten und an verschiedene Personen in Borgå und Umgebung verkauft oder verschenkt. Man kann gewiss die ganze Masse des Meteoriten wenigstens auf 400 kg schätzen.

Die Vorgänge beim Fall, die Form des Loches im Eises und endlich die Beschaffenheit der Bruchstücke, die nur auf der einen Seite Schmelzrinde zeigen, schliessen allen Zweifel aus, dass hier ein einziger Meteorit gefallen ist.

Das grösste Stück ist in der Sammlung der Geologischen Kommission aufgestellt, und das nächstgrösste dem Reichsmuseum in Stockholm geschenkt worden. Von den übrigen ist schon eine Anzahl an verschiedene Samlungen und Institute verteilt worden, und der Tausch wird noch fortgesetzt.

An dieser Stelle mag noch erwähnt werden, dass die Besitzer der Höfe Bjurböle, die Bauern Backman und Andtman, mit anerkennenswerter Freigebigkeit von allen Ansprüchen auf den Meteorit Abstand genommen haben und sogar die Summe von 500 Mark, die sie für die Beschädigung der Fischbruthplätze bekamen, der Volksschule ihres Dorfes übergeben haben.

Art und Beschaffenheit des Meteoriten.

Der Meteorit von Bjurböle hat ein sehr lockeres Gefüge und lässt sich schon unter den Fingern zerreiben. Diese ihm sicherlich schon vor dem Fallen auf die Erdoberfläche zugekommene Eigenschaft ist wahrscheinlich in Folge des langen Liegens im Wasser bedeutend erhöht worden. Seine Farbe ist aschgrau mit rostgelben Flecken, auch die letzteren eine Folge der Einwirkung des Wassers. Trotz diesem Umstand ist doch der Meteorit von Bjurböle nicht so angegriffen wie z. B. einige Stücke von Kesen, Bjelaja Zerkov und Allegan, die ich gesehen habe.

Der Meteorit ist von einer Schmelzrinde umgeben gewesen, die noch an mehreren der Bruchstücke anhaftet. An einigen sieht man deutlich die glatte Frontseite mit Schmelzfurchen und -wülsten. Andere weisen sehr schön die charakteristischen Grübchen der Rückseite auf.

Eine Zeit nach dem Heben aus dem Wasser fing der durchnässte Meteorit zu trocknen an, und auf seiner Oberfläche schwitzten dünne Flocken eines weissen Salzes aus. Ob in diesem Falle von einem ursprünglichen Gehalt an löslichen Salzen die Rede sein kann, lässt sich nicht entscheiden. Viel eher scheinen sie uns durch die Einwirkung des Meereswassers und der Atmosphärien entstanden zu sein. Dafür spricht die qualitative Probe, die auf Eisensulfat hinweist. Auch nach Auslaugen der Stücke kann man dieses Salz in der Lösung nachweisen.

Der Meteorit von Bjurböle ist ein typischer »Kügelchenchondrit« mit leicht herausfallenden, harten Chondren in der lockeren Grund-

masse. Von den Meteoriten, die ich zu sehen Gelegenheit gehabt habe, zeigt der von Aussun die grösste Ähnlichkeit mit dem von Bjurböle, aber ausser den runden Chondren kommen auch solche mit buckligen, eckigen und bruchstückähnlichen Formen vor. Die buckligen Chondren ähneln solchen in z. B. den Meteoriten von Jeliza und Manbhoom. — Die Chondren liegen dicht an einander, aber doch beinahe immer von mehr oder weniger von der feinkörnigen Grundmasse umgeben. Ihre Dimensionen wechseln zwischen weiten Grenzen bis zur Erbsengrösse. Einzelne von ihnen erreichen sogar ein Diameter von 1 cm. Die buckligen Chondren sind durchschnittlich grösser als die runden.

Der zu beschreibende Meteorit bekommt eine gewisse Ähnlichkeit mit s. g. Ader- und Breccien-Chondren durch die vielen Adern von metallischen Bestandteilen, die ihn durchziehen. Die Dimensionen derselben wechseln von mikroskopischer Dünne bis zu einer Breite von 1 cm. Ausserdem sind zackig-körnige und auch rundliche Partien von metallischen Mineralien sichtbar.

Mit den Versuchen die Bestandteile nach dem sp. Gew. zu trennen haben wir bis jetzt wenig Erfolg gehabt. Sie sollen indessen künftig nach einem neu erdachten Verfahren fortgesetzt werden. Vorläufig haben wir bei der Anwendung von Methylenjodid u. a. gefunden:

Die Hauptmasse der Bestandteile ist schwerer als 3,31.

Ein Mineral hat sein Eigengewicht in der Nähe von 3,2.

Zwischen 3,16 und 2,86 sinken keine Bestandteile.

In untergeordneter Menge treten Mineralien mit sp. Gew. zwischen 2,86 und 2,52 auf.

Einzelne Körner sind noch leichter als 2,52.

Chemische Zusammensetzung.

Weil der Meteorit von Bjurböle von unregelmässig verteilten metallischen Adern und Körnern erfüllt ist, wechselt seine Zusammensetzung nicht unbedeutend in verschiedenen Stücken. Da die Kostbarkeit des Materiales eine Generalprobe zu machen nicht gestattete, wurde für die Gesamtanalyse ein Stück von 22,59 g Gewicht angewandt, das dem Aussehen nach metallische Bestandteile in demselben Verhältniss wie der Chondrit im Ganzen enthielt.

Dieses Stück wurde im Diamantmörser zertrümmert und dann gesiebt. Beim darauf folgendem Pulverisieren im Achatmörser verhin- derten die schiedbaren metallischen Körner die Feinreibung des Ana- lysenmaterialies. Sie mussten darum mit dem Magnet entfernt werden, und dabei folgte mit ihnen auch kleine Mengen der unmagnetischen Mineralien. Auf diese Weise waren wir gezwungen das ganze Ana- lysenmaterial in zwei Portionen zu teilen, wovon

der magnetische Teil 1,313 g oder 5,84 % des ganzen und
der unmagnetische Teil 21,157 » » 94,16 » » »
ausmachten.

Der magnetische Teil wurde wiederum in zwei Portionen geteilt. Die eine behandelten wir mit einer nach Fresenius' Angaben bereiteten Lösung von Kupferammoniumchlorid in Wasserstoffatmosphäre, die andere mit Königswasser. In der ersten wurde das Verhältniss der löslichen, metallischen Bestandteile zu den unlöslichen, Schwefeleisen, Chromit und Silikaten, bestimmt. In der zweiten Portion wurden die Metalle, P und S analysiert, wobei Rücksicht darauf genommen wurde, dass auch ein Teil der Silikate in Lösung gegangen war (0,28 % SiO_2 , entsprechend 0,9 % Fe unter Voraussetzung, dass das gelöste Silikat Olivin sei). Aus diesen Bestimmungen ergab sich:

Fe	70,1 %	oder	4,09 %	des Ganzen
Ni	8,0 »	»	0,47 »	»
Co	0,3 »	»	0,018 »	»
P	0,1 »	»	0,006 »	»
FeS	1,9 »	»	0,110 »	»
Silikate	19,2 »	»	1,121 »	»
	<u>99,6</u> »	»	<u>5,815</u> »	»

Die unmagnetische Portion wurde in sechs Portionen analysiert. Die erste wurde bis zum konstanten Gewicht geglüht, darauf in B_2O_3 aufgeschlossen und nach dem Verfahren von Jannasch analysiert. Die zweite wurde auf ähnliche Weise behandelt. Die dritte und vierte Portion wurde in Fluorwasserstoffsäure und Schwefelsäure gelöst. Die fünfte wurde mit KNO_3 und Na_2CO_3 geschmolzen. Aus der sechsten wurden die freien Metalle mit Kupferammoniumchlorid heraus- gelöst und bestimmt. — Aus diesen Proben ergab sich folgende Zu- sammensetzung des unmagnetischen Teiles:

	I	II	III	IV	V	VI	Gesamt.
Fe	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	2,43 0/0	2,43 0/0
Ni	— »	— »	— »	— »	— »	0,27 »	0,27 »
Co	— »	— »	— »	— »	— »	0,02 »	0,02 »
S	— »	— »	— »	— »	2,06 »	— »	2,06 »
P	— »	— »	— »	0,14 »	— »	— »	0,14 »
SiO ₂	43,09 »	43,01 »	— »	— »	— »	— »	43,05 »
Al ₂ O ₃	2,63 »	2,73 »	— »	— »	— »	— »	2,68 »
Cr ₂ O ₃	0,57 »	0,66 »	— »	— »	— »	— »	0,62 »
FeO	(22,24) »	(22,26) »	— »	— »	— »	— »	19,06 »
NiO }	(0,40) »	(0,47) »	— »	— »	— »	— »	0,08 »
CoO }							
MnO	0,13 »	0,13 »	— »	— »	— »	— »	0,13 »
CaO	1,81 »	1,89 »	2,02 »	— »	— »	— »	1,91 »
MgO	— »	27,27 »	— »	26,76 »	— »	— »	27,01 »
K ₂ O	— »	— »	0,34 »	— »	— »	— »	0,34 »
Na ₂ O	— »	— »	1,34 »	— »	— »	— »	1,34 »
						101,14 0/0	
						— O für S	1,03 »
							100,11 0/0

Wenn man diese Zahlen auf 94,16 0/0 des Ganzen umrechnet und die Annahme macht, dass das S mit Fe Troilit bildet, ergibt sich folgende Zusammensetzung:

Fe	2,29 0/0	des Ganzen
Ni	0,25 »	»
Co	0,019 »	»
P	0,13 »	»
FeS	5,33 »	»
SiO ₂	40,53 »	»
Al ₂ O ₃	2,52 »	»
Cr ₂ O ₃	0,58 »	»
FeO	13,62 »	»
NiO	0,07 »	»
MnO	0,12 »	»
CaO	1,80 »	»
MgO	25,42 »	»
K ₂ O	0,32 »	»
Na ₂ O	1,23 »	»
	<u>94,229 0/0</u>	»

Durch Zusammenschlagen dieser Mengen mit den auf der Seite 11 angegebenen Zahlen für die magnetische Portion und unter Voraussetzung, dass die dort als »Silikate« bezeichneten, nicht analysierten Bestandteile den zehn letzten der obenstehenden Tabelle entsprechen, und dass sie in denselben Verhältnissen vorkommen, erhält man folgenden chemischen Inhalt für den Meteoriten von Bjurböle:

Fe	6,38 ⁰ / ₀
Ni	0,72 »
Co	0,04 »
P	0,14 »
FeS	5,44 »
SiO ₂	41,06 »
Al ₂ O ₃	2,55 »
Cr ₂ O ₃	0,59 »
FeO	13,80 »
NiO	0,07 »
MnO	0,12 »
CaO	1,82 »
MgO	25,75 »
K ₂ O	0,32 »
Na ₂ O	1,24 »
	<hr/>
	100,04 ⁰ / ₀

Ausserdem sind Cu und As qualitativ nachgewiesen worden.

Der Chromgehalt der Analyse weist auf Chromit hin. Darum wurde auf dieses Mineral besonders geprüft. 0,7950 g der s. g. unmagnetischen Portion wurde mit HF1 und H₂SO₄ behandelt. Der unlösliche Rückstand — 0,0034 g eines schwarzen Pulvers —, in NaNO₃ + Na₂CO₃ geschmolzen und analysiert, ergab:

Cr ₂ O ₃	62 ⁰ / ₀
Fe ₂ O ₃	41 »
	<hr/>
	103 ⁰ / ₀

Mineralogische Zusammensetzung.

Wenn man nun die nach unserer Meinung berechtigten Annahmen macht, dass das Cr in Chromit auftritt, und dass das P in einer Phosphornickeleisenverbindung (Fe,Ni)₃P gebunden ist, ergibt sich aus

den oben angegebenen Analysenzahlen folgende mineralogische Zusammensetzung des Chondriten von Bjurböle:

Nickeleisen	7,14 ‰
Troilit	5,44 »
Phosphornickeleisen	0,90 »
Chromit	0,87 »
Silikate	85,47 »
	<hr/>
	99,82 ‰

Für diese Silikate des Meteoriten findet man dann untenstehende Zusammensetzung:

SiO ₂	48,15 ‰
Al ₂ O ₃	2,98 »
FeO	14,75 »
MnO	0,14 »
CaO	2,13 »
MgO	30,13 »
K ₂ O	0,37 »
Na ₂ O	1,45 »
	<hr/>
	100,10 ‰

Diese Silikate bestehen aus folgenden Mineralien: Enstatit (u. Bronzit), Augit, Anorthit, Olivin, Maskelynit (?) und Glas verschiedener Art.

Die mineralogischen Bestandteile des Meteoriten sind auf verschiedenste Weisen mit einander verbunden

1. in den Chondren,
2. in der Grundmasse,
3. in den metallischen Adern und
4. in der Schmelzrinde.

I. Chondren und chondrenähnlichen Bildungen.

In keinem anderen bekannten Chondriten dürfte die Mannigfaltigkeit der Chondren so gross sein wie im Meteoriten von Bjurböle. Nach der mineralogischen Zusammensetzung und Struktur lassen sich folgende Haupttypen unterscheiden, ausser welchen man noch zahlreiche Übergangs- und Combinationstypen aufstellen könnte.

A. Anorthitchondrum.

1) In einem einzigen Präparat haben wir einen sehr gut entwickelten kreisförmigen Schnitt eines Anorthitchondrums gesehen (Fig. 6 u. 7). Er hat einen Durchmesser von 1,54 mm und ist ein radialstrahliges Aggregat mit excentrischem Ausstrahlungspunkt. Das Mineral ist grobstengelig, und quer über die Stengel laufen zahlreiche Risse wie in Folge eines Berstens. Es ist farblos und zeigt keinen hohen Brechungsindex. Zwischen gekreuzten Nicols entdeckt man polysynthetische Zwillingsbildung mit ziemlich breiten geradlinig begrenzten Lamellen parallel der Längsrichtung der Lamellen. Die Auslöschungsschiefe erreicht in symmetrisch auslöschenden Schnitten Maxima von bis zu 45° , und die Doppelbrechung beträgt 0,014. Hieraus haben wir auf Anorthit geschlossen. Da dieses Chondrum das einzige seiner Art ist, haben wir es nicht für chemische Prüfung opfern wollen.

Zwischen den Anorthitlamellen befinden sich vereinzelte Partien eines farblosen Minerals mit dem Lichtbrechungsvermögen und der Doppelbrechung des Olivins. Der Anorthit selbst schliesst einzelne winzige, opake Körner und kleine rundliche, farblose, doppelbrechende, nicht näher zu bestimmende Mineralien ein.

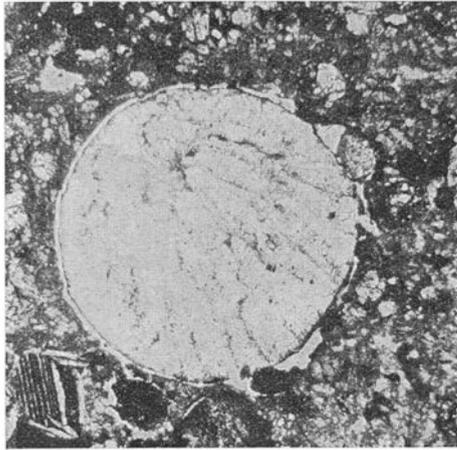
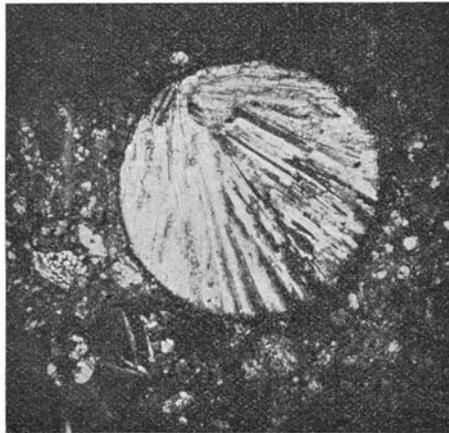


Fig. 6.

Fig. 7.
+ Nicols.

B. Chondren, wesentlich aus Olivin bestehend.

2) Monosomatische, homogene Olivinchondren. Zwischen den eigentlichen Chondren entdeckt man häufig kleine, bisweilen bis zu

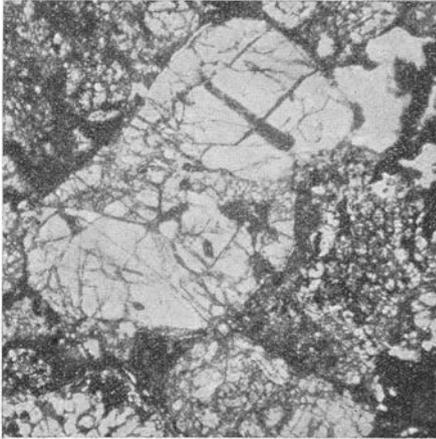


Fig. 8.
Vergr. ca. 40 ×.

1,5 mm dicke Olivinstücke, die höchst wahrscheinlich Fragmente grösserer Individuen sind. Solche kommen nämlich auch vor, entweder als sehr gut begrenzte Krystalle (Fig. 8) oder als ellipsoide Chondren, die fast ausschliesslich aus einem homogenen Individuum bestehen. Dasselbe ist doch gewöhnlich von einer dicken Zone anderer kleinerer Olivinindividuen umgeben, die in einigen Chondren mit dem Centralkrystall parallel verwachsen sind, in anderen dagegen in keiner regelmässigen Beziehung dazu stehen. Zwischen dem Central-

individuum und den kleinen Randkrystallen tritt in untergeordneter Menge braunes Glas auf, wie auch tropfenähnliche Einschlüsse eines solchen im Olivin nicht selten sind.

3) Monosomatische Olivinchondren mit Glas. Viel häufiger als die letzt genannten Chondren sind solche monosomatische Olivinchondren, die von Kanälen und eingelagerten Lamellen von braunem Glas erfüllt sind. Sie ähneln den von Tschermak¹⁾ (Tafel VIII, fig. 1, IX, 4 und XX, 2) abgebildeten vollständig. Die Glaskanäle scheinen annähernd parallel der Vertikalaxe zu verlaufen, und wenn lamellenartig entwickelt, parallel zu (010). Die Glaspartien erstrecken sich nicht bis an den Rand der Chondren, denn äusserst sind diese von einer homogenen Olivinschicht umgeben, die mit den inneren Lamellen gleich orientiert ist.

Nicht selten sieht man ein so gebautes Olivinchondrum von einem grösseren ähnlich struiereten und gleich orientierten umgeben.

In einem Chondrum dieser Art hat Herr Prof. Dr. Cohen — wie er uns gütigst mitgeteilt hat — einen Einschluss gesehen, den er auf

¹⁾ Die mikroskopische Beschaffenheit der Meteorite. Stuttgart, 1883.

Grund seiner geringen Lichtbrechung (der des Canadabalsams) und sehr niedrigen Doppelbrechung für Maskelynit zu halten geneigt ist.

4) Monosomatischer Olivin mit Nickeleisen. Mit den oben geschriebenen Typus ähnlich gebaut sind einige Chondren, die aus Olivin und Nickeleisen bestehen. Der erstere ist nämlich auch hier monosomatisch ausgebildet, im Inneren des Chondrums als Stengeln und Lamellen nach (010), in der Randzone als eine dicke, körnig struierte Rinde, die mit dem centralen Teil optisch gleich orientiert ist. Die Zwischenmasse zwischen den Lamellen des Inneren wird aber nicht von Glas sondern von Nickeleisen gebildet, welches ausserdem als Körner und Klumpen in der Rinde auftritt (Fig. 9).

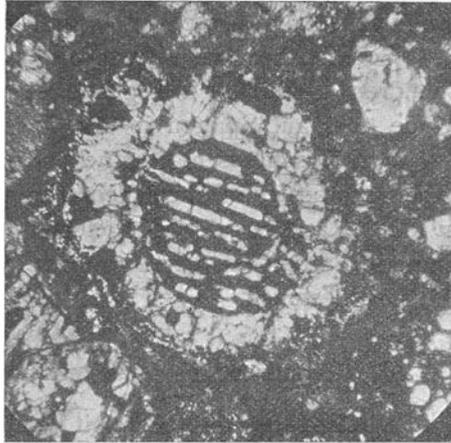


Fig. 9.
Vergr. ca. 40 ×.

5) Polysomatische Olivinchondren (Fig. 10). Mehrere Chondren werden aus regellos an einander gelagerten Olivinindividuen gebildet, wobei fast immer eine geringe Portion von Glas dazwischen vorkommt. Die Olivine beherbergen hier, wie auch in den meisten anderen Chondren des Meteoriten, etwas Glas und Chromit. — Wenn sie reicher an Zwischenmasse von Glas werden, nähern sie sich dem Chondertypus (8). — Unter den Chondren dieses Typus kann man mehrere Arten unterscheiden. Einige bestehen aus einer geringen Zahl grosser Olivinkristalle, andere aus zahlreichen kleinen Körnern dieses Mineralen.

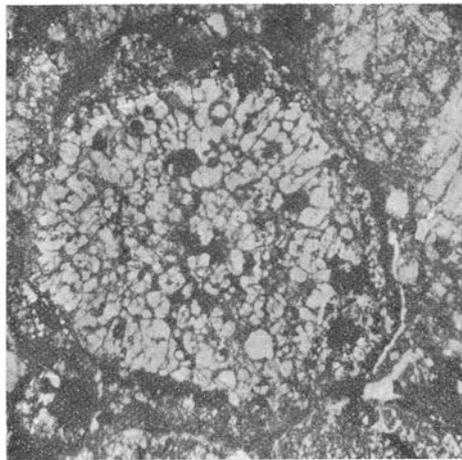


Fig. 10.
Vergr. ca. 40 ×.

6) Polysomatische Olivinchondren mit Nickeleisen. Eine gewisse Ähnlichkeit mit dem oben geschilderten Typus haben einige selten zu

sehenden Chondren, die aus zahlreichen unregelmässig orientierten Olivinindividuen mit Zwischenmasse von Nickeleisen bestehen. Wo das letztere reichlich vorhanden ist, kann das Chondrum mit einem kleinen Pallasit verglichen werden. Die Chondren dieser Art haben selten regelmässig runde Form. In einem solchen haben wir ein Chondrum von Typus (4) eingeschlossen gesehen.

Sonst haben wir selten primär ausgeschiedenes Nickeleisen in den Chondren gefunden, dagegen aber in einigen Fällen als eine äussere Rinde oder auf Spalten in den meist verschiedenartigen Chondren.

7) Polysomatische Olivinchondren mit Glas. Einige gut entwickelten Chondren bestehen aus mehreren grossen Olivinkristallen, die sich an den Rändern der Kügelchen ausgeschieden haben, während die inneren Partien aus hellbraunem Glas mit kleineren porphyrischen Olivinen bestehen.

C. Chondren aus Glas mit porphyrischen Olivinindividuen.

8) Chondren aus Glas mit wohlbegrenzten dicken Olivinen (Fig. 11 u. 12). Die allerhäufigsten Chondren im Meteoriten von Bjurböle sind

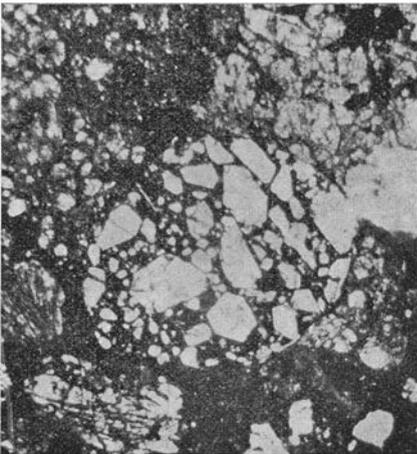


Fig. 11.
Vergr. ca. 20 X.

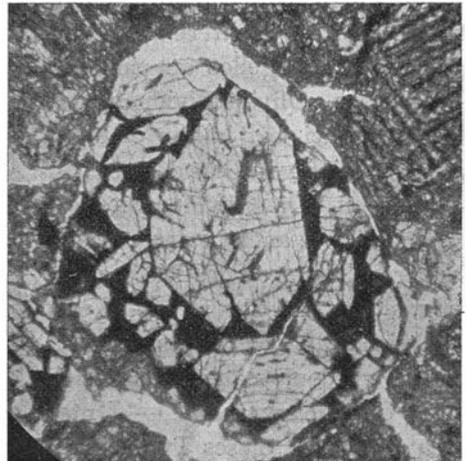


Fig. 12.
Vergr. ca. 40 X.

solche, die aus einem dunkelbraunen, beinahe undurchsichtigen Glas mit porphyrischen farblos durchsichtigen Olivinen bestehen. Diese beherbergen nicht selten Einschlüsse von Glas in Tropfen- oder Tränenform.

Die Grösse der Olivine ist in einem und demselben Chondrum ziemlich gleichmässig, wechselt aber in verschiedenen Chondren sehr.

An spaltenähnlichen Rissen sieht man in einigen von den hier auftretenden, wie auch in anderen Olivinindividuen des Chondrites eine grüne Färbung, die den Gedanken auf eine beginnende Serpentinisierung führt. Indessen kann wohl hiervon kaum die Rede sein, sondern es muss die Erscheinung wahrscheinlich auf eine den Olivinkristallen schon vor ihrem Gelangen an die Erdoberfläche zukommende Eigenheit beruhen.

Nimmer beobachtet man in diesen Chondren einen Unterschied zwischen den Olivinen in den centralen und den peripherischen Partien der Kügelchen, wie es z. B. der Fall in den Chondren vom Typus (7) ist. Sehr selten besitzen die Chondren vom Typus (8) regelmässige, rundliche Begrenzung, sondern erscheinen in den meisten Fällen mit zufälligen eckigen oder buckligen Formen. Damit steht im Einklang, dass die am Rande des Chondrums liegenden Olivine sich von den centralen nicht unterscheiden und häufig wie abgebrochen oder nur zur Hälfte ausgebildet erscheinen, indem ihre andere Hälfte ausserhalb der gegenwärtigen Begrenzung des Chondrums sich befand.

9) Chondren aus Glas mit tafelförmigen Olivinen. Den oben beschriebenen nahestehend ist eine weniger häufige Art von Chondren, die aus braunem Glas mit nach (100) tafelförmig entwickelten Einsprenglingen von Olivin gebildet ist. Auch sie ermangeln oft einer regelmässigen rundlichen Chondrenform.

10) Chondren aus Glas mit fiederförmig entwickelten Olivinen. Noch seltener sind einige Chondren, in welchen die Olivineinsprenglinge wie in Fasern aufgerissen, fiederförmig entwickelt sind auf eine eigentümliche Weise, die die Fig. 13 anschaulich macht. Die Glasbasis dieser Chondren ist heller als die der oben erwähnten Typen.



Fig. 13.
Vergr. ca. 40 ×.

11) Chondren aus Glas mit Einsprenglingen von Olivin und Mikrolithen von Bronzit. Eine grosse Anzahl der Chondren ist denen unter

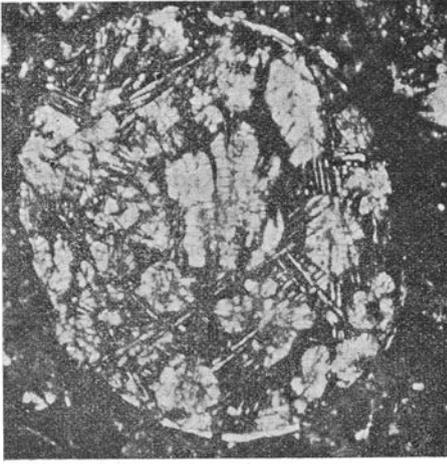


Fig. 14.
Vergr. ca. 25 X.

D. Chondren, wesentlich aus Olivin und Pyroxen bestehend.

13) Es kommen, wenn auch nicht häufig, Chondren vor, die aus regellos angehäuften Körnern

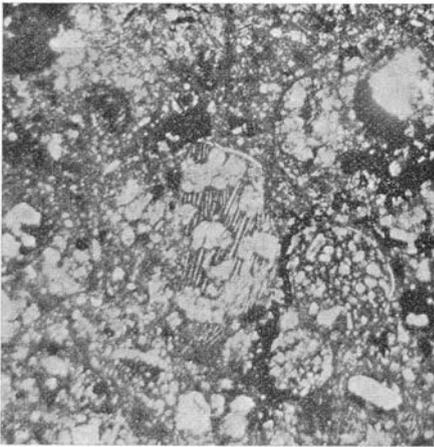


Fig. 15.
Vergr. ca. 25 X.

15) Chondren aus Olivinlamellen, Glas und »Augit« (Fig. 16 u. 17). Eine der merklichsten Chonderarten im Meteoriten von Bjurböle bilden

(8) beschriebenen recht ähnlich aber unterscheiden sich von ihnen durch die im Glase auftretenden Mikrolithen eines rhombischen Pyroxenes, den wir für Bronzit halten.

12) Chondren aus Glas mit Einsprenglingen von Olivin und Bronzit (Fig. 14). Eine von den wenig häufig Chondrenarten im Meteorit von Bjurböle besteht aus braunem Glas mit porphyrischen dicken Olivinkristallen und langsäulenförmigen Bronziten. Sie scheinen identisch mit dem von Tschermak abgebildeten Chondrum aus Knyahinya zu sein (Taf. XI, Fig. 4).

von dick prismatisch und tafelförmig entwickelten Olivin und rhombischen Pyroxen und einer Zwischenmasse von braunem Glas bestehen. Die Mineralien sind nicht in einander geflochten, sondern treten neben einander auf, wie z. B. in einem Limburgit.

14) Chondren aus Olivinlamellen und Bronzitkörnern (Fig. 15). Einige Chonderfragmente zeigen einen Bau aus wechsellagernden Olivin- und Glaslamellen, zwischen welchen rundliche Körner eines Pyroxenes liegen, die wir der Spaltbarkeit und optischen Eigenschaften nach als rhombischen Pyroxen bestimmt haben.

die grossen, schon in der Einleitung erwähnten, buckligen Chondren. Sie bestehen aus nach der Vertikalaxe stengelig oder nach (010) lamellär entwickelten Olivinindividuen, denen im Typus (3) beschriebenen ganz ähnlich, und wie jene Chondren so werden auch diese von mit den Lamellen optisch gleich orientierten Rinden umgeben. Zwischen den Olivinlamellen und -listen tritt ein braunes Glas wie im Typus (3) auf, aber ausserdem auch ein Mineral folgender Eigenschaften:

Es ist farblos, seine Lichtbrechung dem des Olivines gleich, die Doppelbrechung erreicht 0,02—0,25. Wie das Glas so wird auch dieses Mineral von den Olivinlamellen durchzogen, aber unabhängig davon zeigen seine Durchschnitte über grosse Partien der Chondren hin gleiche Orientierung. In den meisten Schnitten sieht man polysynthetische Zwillingsbildung mit sehr feinen Zwillingslamellen. Die Zwillingsgrenzen sind etwas verschwommen und nicht so scharf wie z. B. in den Plagioklasen. Dieses Mineral ist dem von Tschermak und anderen als für Chondren charakteristisch beschriebenen Augit sehr ähnlich und dürfte wohl auch ein solcher sein. Nähere Bestimmungen haben wir nicht unternehmen können.

Das Olivingerüst dieser Chondren wird nicht, wie in den sonst in mehreren Beziehungen vergleichbaren Chondren des Typus (3), von *einem* monosomatischen Olivin gebildet, sondern es gehört drei bis vier

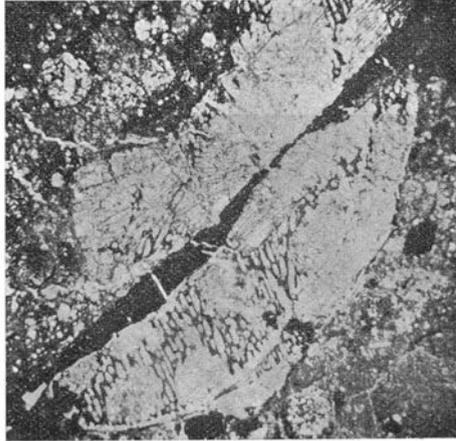


Fig. 16.
Vergr. ca. 10 ×.

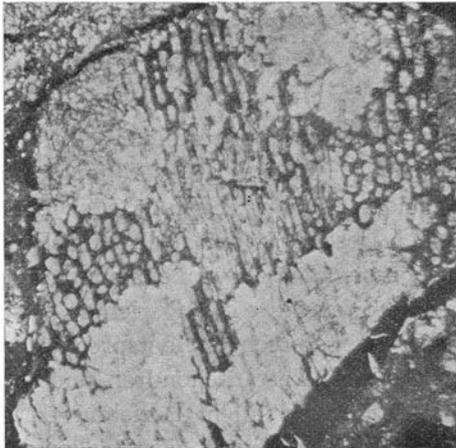


Fig. 17.
Vergr. ca. 25 ×.

verschieden orientierten Individuen des genannten Mineralen an. Doppelte Rinden findet man nicht selten hier wie beim Typus (3).

E. Chondren, wesentlich aus Pyroxen bestehend.

16) Polysomatische Chondren aus Pyroxenkörnern (Fig. 18). Es kommen einzelne Chondren vor, die aus mehreren an einander gedrängten, zufällig orientierten dick

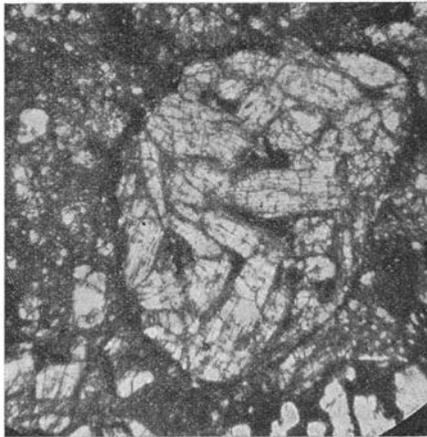


Fig. 18.

Vergr. ca. 50 X.

prismatisch entwickelten Pyroxenkrystallen zum grössten Teil gebildet werden. Sie scheinen rhombisch zu sein, und durch die deutlich zu sehende Spaltbarkeit sowie die niedrigere Doppelbrechung unterscheiden sie sich wohl von Olivin, der in der Form von kleinen Krystallen accessorisch in dieser Art von Chondren auftreten kann. Geringe Mengen von braunem Glas bilden eine Zwischenmasse.

17) Radialstrahlige Enstatit-(Bronzit)chondren. Typus I. Sehr zahlreich sind im Meteoriten von Bjurböle Chondren aus excentrisch

radialstrahlig angeordneten Tafeln von rhombischem Pyroxen vorhanden. Künftig zu veröfentlichende Untersuchungen werden entscheiden, ob hier Enstatit oder Bronzit oder beide vorliegen. Den optischen Bestimmungen nach scheinen sie zu dem ersteren gerechnet werden zu müssen. Diese Pyroxenstengeln und -lamellen sind nach der Vertikalaxe ausgezogen, ihre Längsrichtung ist optisch positiv, die Lichtbrechung und Doppelbrechung entsprechen den Angaben für irdische Enstatite.

Diese Enstatitchondren sind solchen Kügelchen in früher bekannten Meteoriten in allen Beziehungen ähnlich. Im Chondrit von Bjurböle haben wir mehrere verschiedene Typen derselben unterschieden, die wir auf drei Haupttypen zurückführen wollen.

Der erste Typus bildet regelmässige runde Chondren aus sehr grobstengeligen Enstatit. Sie sind einschussfrei und ganz klar durchsichtig. Nicht selten sieht man diese groben Stengeln bei einer Randzone aufhören, wo sie von mehreren dünneren mit ihnen gleich orientierten Lamellen fortgesetzt werden.

18) Typus II. Der zweite Typus ist der ersten ziemlich ähnlich, nur sind die Enstatitstafeln hier viel dünner. Auch beherbergen sie häufig Einschlüsse von fein vertheilten opaken Bestandteilen. Neben vollständig kugelförmigen Chondren sieht man vom diesem Typus auch solche, die eine eigentümliche Herz- oder Muschelform aufweisen (Fig. 19). Sehr häufig ist äussere Randzone wie im Typus I.

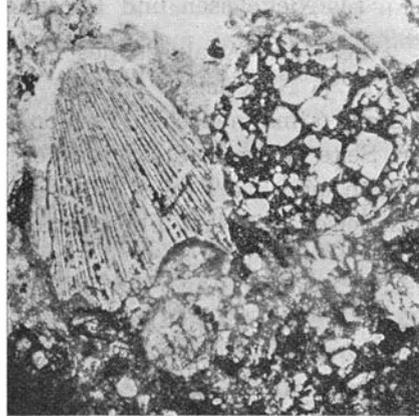


Fig. 19.
Vergr. ca. 15 ×.

19) Typus III. Der dritte, recht häufige Art von den excentrisch radialstahligen Enstatitchondren ist gewöhnlich in sehr regelmässigen sphärischen, aber auch herz- und muschelförmigen Chondren ausgebildet. Die Stengeln sind hier ausserordentlich fein, und das ganze Gebilde von staubartig feinen undurchsichtigen Interpositionen erfüllt. Diese letzt genannten Einschlüsse machen in mehreren Fällen die Chondren selbst fast opak. Man beobachtet auch hier, dass die Chondren eine dicke Rinde besitzen, in welcher die Einschlüsse weniger reichlich vorhanden sind. Diese heller durchsichtige Rinde tritt auch dann auf, wo das Chondrum Einbuchtungen in der sonst regelmässige Begrenzung aufweist (Fig. 20).

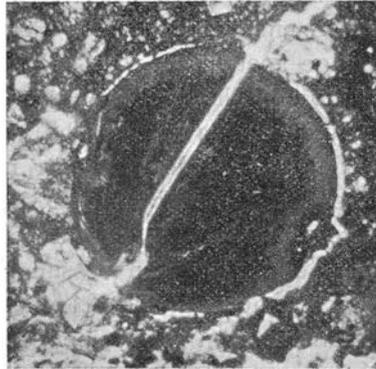


Fig. 20.
Vergr. ca. 25 ×.

II. Grundmasse.

Von einer eigentlichen Grundmasse, die anderer Zusammensetzung wie die der Chondren wäre, kann es hier nicht die Rede sein, denn die Masse, welche zwischen den Chondren und Chondrenfragmenten auftritt, besteht in der Tat zum grössten Teil nur aus Bruchstücken von allen oben erwähnten Arten von Kügelchen und den in ihnen vorkommenden Mineralien. Ausserdem treten noch metallische Partikeln reichlich auf.

III. Die metallischen Bestandteile.

Im Chondrit von Bjurböle kommen folgende metallische Bestandteile vor: Nickeleisen, Phosphornickeleisen und Troilit.

1. Nickeleisen und Phosphornickeleisen.

Aus den Analysen des Meteoriten ging es schon hervor, dass er ca 7,14 % Nickeleisen enthält. Ein grosser Teil desselben befand sich in der s. g. magnetischen Portion, für welche die Zusammensetzung auf der Seite 10 angeführt wurde. Nach dem Abzug von den 19,2 % Silikate und 1,9 % Fe S berechnet sich aus dem Rückstand für das Nickeleisen mit dem Phosphornickeleisen die Zusammensetzung:

Fe	89,3 %
Ni	10,2 »
Co	0,4 »
P	0,1 »
	100,0 %

Dass das Nickeleisen aus mehreren mit einander verwachsenen, verschiedenen Arten besteht, scheint uns sein Verhalten gegen Säuren zu beweisen. Nach vierstündigen Digerieren von ca 0,1 g mit dem Magnet herausgezogenen Nickeleisenstücken in 15-procentiger Salzsäure erhielten wir einen ungelösten Rückstand, der geringe Mengen Silikatpulver, eine unbedeutende Portion eines schwarzen Staubes und einige zackige metallische Stücke, die bedeutend grösser als die Körner des ungelösten Silikatpulvers waren, enthielt. Sie wurden vom Magnet angezogen und zeigten bronzegelbe, auf ganz frischen Bruchflächen weisse Farbe. In Salzsäure unlöslich, oder nur sehr langsam angegriffen, lösten sich diese Stücke, die wir unter das Mikroskop gebracht hatten, in Salpetersäure mit heftiger Gasentwicklung auf und bildeten um sich herum einen dunkelbraunen Lösungshof. Nach ca zwei Minuten hörte die Reaktion auf, und der Lösungshof verschwand. So behandelten Körner liessen indessen noch einen ungelösten Rückstand zurück, nämlich ein Gerüst von einander in verschiedenen Richtungen — regelmässig, wie es erschien — kreuzenden Stacheln und Nadeln. Beim Zusatz von Salzsäure lösten sich auch diese Nadeln, die nur einen kleinen Bruchteil der ganzen Masse von Nickeleisen bildeten.

Ein Korn aus einem von Herrn Prof. Dr. E. Cohen erhaltenen Taenitpräparat erwies sich ebenfalls un- oder schwerlöslich in Salzsäure, aber zeigte, mit Salpetersäure behandelt, dasselbe Verhalten wie der

oben erwähnte metallische Rückstand und liess auch ein ähnliches Gerüst zurück, das beim Zusatz von Chlorwasserstoffsäure sich löste.

Nach den angegebenen Versuchen zu urteilen, ist das Nickeisen von Bjurböle zusammengesetzt aus Kamacit, löslich in der Salzsäure, und Taenit, unlöslich in derselben, aber von Salpetersäure leicht angegriffen, wozu noch der letzte, erst im Königswasser lösliche Rückstand, Phosphornickeisen, sich gesellt hat. — Ob alles P des Meteoriten auf diese Weise gebunden ist, oder ob ein Teil desselben andere Verbindungen bildet, haben wir nicht entscheiden können. In keinem Falle haben wir Phosphate gesehen.

Das Nickeisen enthält auch geringe Mengen von Kupfer. — 1,8 g Nickeisen mit etwas anhaftenden Silikate und Troilit wurden während vier Tage zweimal mit Lösungen von 9,1 g HgCl_2 + 3,5 g NH_4Cl in einer 400 cm grossen, bis zur Mündung gefüllten und gut verpfropften Flasche digeriert. In der Lösung befand sich 1,410 g Fe und 0,001 g Cu, woraus ergibt sich 0,06 % Cu im Nickeisen.

2. Troilit.

Das bronzegelbe Schwefeleisen lässt sich sehr leicht aus den metallischen Adern des Meteoriten herauslesen, aber ist leider durch den langen Aufenthalt im Wasser angegriffen worden. Bei geeigneter Behandlung kann man doch reines Material bekommen, welches folgende Zusammensetzung besitzt:

	I	II	III	IV	Mittel.
Unlös. . . .	0,20 %	0,33 %	—	—	0,27 %
Fe	63,27 »	63,28 »	—	—	63,28 »
Ni	0,52 »	0,38 »	—	—	0,45 »
Co	Sp.	Sp.	—	—	Sp.
S	—	—	35,60 %	35,58 %	35,59 »
					99,59 %

Die Proben I und II waren in Königswasser gelöst, III und IV in einem Gemisch von Na_2CO_3 , KNO_3 und NaCl geschmolzen.

Trotz dem reinen Aussehen des Materiales scheint einwenig Nickeisen angehaftet zu haben. Aber auch wenn man im Bezug darauf Ni und Fe abzieht, lässt sich der Rückstand als Troilit deuten. Dieser Auffassung entspricht die vollständige Abwesenheit von Magnetismus.

Eine besondere Prüfung hat einen geringen Gehalt an As im Schwefeleisen ergeben. Der Marsh'sche Apparat funktionierte (mit Zn

und H_2SO_4) eine halbe Stunde ohne Arsenspiegel zu geben. Nach der Einführung von einer Lösung von 0,6 g Schwefeleisen in H_2SO_4 entstand bald eine deutliche bräunliche Absetzung von As.

Die metallischen Bestandteile kommen teils für sich teils in Begleitschaft mit einander auf folgende verschiedene Weisen im Meteoriten vor:

1. Als Klumpen und Körner in der Grundmasse. Diese Partien, die überwiegend aus Nickeleisen, aber auch aus Schwefeleisen bestehen können, wechseln von Erbsengrösse bis zu mikroskopischer Kleinheit und zeigen sehr verschiedenartige, zufällige, zackige und vielfach verzweigte Formen.

2. Als Einschlüsse in den Chondren. So findet man sie aber nur spärlich, am meisten in den Chondren vom Typus (4) und (6).

3. Als Hüllen und Rinden um die Chondren herum. Chondren aller Art scheinen ganz unabhängig von ihrer Zusammensetzung bisweilen eine dünne Belegung von metallischen Mineralien auf ihrer Oberfläche besitzen zu können. Einige umhüllt sie vollständig, an anderen bildet sie nur eine Kruste auf einem Teil der Oberfläche. Die meisten Chondren besitzen indessen diese Metallbelegung nicht. Dieses Auftreten der Metallhüllen ist gewiss eine sekundär dem Chondren zugekommene Erscheinung, von viel späterer Zeit als die Bildung der Chondren selbst, denn diese Rinden aus metallischen Bestandteilen umgeben auch Splitter von Chondren. Und man trifft sogar zerdrückte Chondren an, deren gegen einander verschobenen Teile von den später abgesetzten metallischen Mineralien zusammengehalten werden. Die metallischen Rinden um die Chondren herum scheinen hauptsächlich Nickeleisen zu enthalten.

4. Als Adern im Meteorit. Die schon oben (Seite 10) erwähnten metallischen Adern im Meteorite sind deutlich nach der Bildung der Meteoritenmasse entstanden, denn sie treten auf Spalten auf, die nicht nur die Grundmasse sondern auch Chondren durchziehen (Fig. 16). Sehr häufig haben Verwerfungen bei diesen Spalten stattgefunden, so dass z. B. Chondrenhälften auf beiden Seiten derselben von einander verrückt worden sind. — Diese Adern enthalten mehr Schwefeleisen als Nickeleisen.

IV. Die Schmelzrinde.

Die schwarze Schmelzrinde zeigt unter dem Mikroskop den für die Krusten der Steinmeteoriten charakteristischen Bau. Äusserst sieht man die schwarze glasige eigentliche Schmelzrinde, dann folgt die helle Saugzone, die hier aus Splintern der Chondren und Mineralien besteht, und unter derselben tritt die breite Infiltrationszone auf. Die Dicken der Zonen sind ungefähr: der Schmelzzone 0,1 mm der Saugzone 0,2 mm und der Infiltrationszone 0,3 mm.

Die äussere Schmelzzone ist von einer Menge Löchern erfüllt. Es ist nicht in allen Fällen möglich gewesen zu entscheiden, ob diese durch das Herausfallen von eingeschlossenen Mineralien beim Schleifen entstanden sind, oder von ursprünglichen Blasenräumen herrühren. Die rundlichen Formen einer grossen Zahl der Löcher und der Umstand, dass die eigentliche Schmelzzone keine Mineralien einzuschliessen scheint, sprechen für die Wahrscheinlichkeit der letzteren Annahme. Dann muss gleichzeitig mit dem Schmelzen an der Oberfläche des Meteoriten ein Entweichen von Gasen stattgefunden haben, entweder von im Meteoriten eingeschlossenen Gasen oder von gasförmigen Oxidationsprodukten, die sich beim Schmelzen bildeten.

Qualitative Proben auf den Oxidationszustand der Schmelzrinde ergaben, dass in der Tat das Eisen in derselben als Fe_2O_3 auftritt.

Struktur des Meteoriten.

Die Verteilung der verschiedenen Arten von Chondren im Meteoriten ist sehr unregelmässig. In gewissen Partien findet man alle Typen representiert, in anderen nur einige von ihnen, oder es können sogar Partien vorkommen, wo alle neben einander liegenden Chondren nur einem Typus angehören. Fast eben so häufig wie die wohl ausgebildeten Chondren scheinen Chonderfragmente vorzukommen, und die ganze s. g. Grundmasse ist, wie schon erwähnt, nur aus Bruchstücken von Chondren und ihren Mineralien aufgebaut. Ihre Struktur ist eine typische klastische oder Aschenstruktur.

Wenn man die Zusammensetzung und Struktur der Chondren mit bekannten irdischen Erscheinungen vergleicht, weisen sie auf eine Krystallisation aus Schmelzfluss hin. Ihre unregelmässige Verteilung im Meteorite, die Häufigkeit der Splitter von ihnen und vor allem

die grossen Verschiedenheiten, die sie unter sich aufweisen, schliessen indessen jeden Gedanken auf eine ursprüngliche Krystallisation im Meteoriten selbst aus. Die Aschenstruktur der Grundmasse widerspricht ebenfalls einer solchen Annahme. Die verschiedenen Chondren müssen sich schon früher unter sehr verschiedenen Bedingungen und Umständen gebildet haben, ehe sie — ganz oder als Fragmente — sich mit metallischen Partikeln und Mineralstaub zur Bildung der Meteoritenmasse zusammenballten.

In dieser Masse haben später spaltenbildende Bewegungen stattgefunden, und auf den Spalten sind metallische Bestandteile, hauptsächlich Schwefeleisen, ausgeschieden worden. Da diese nicht von den übrigen völlig frischen und unzersetzten Mineralien herkommen können, müssen sie von einem anderen Orte in den Meteoriten — sei es als Dämpfe, Lösungen oder Schmelze — eingedrungen sein. Dieser Umstand beweist, dass der Meteorit von Bjurböle nur ein Bruchstück eines grösseren Körpers war, von welchem die metallischen Adern ausgegangen sein müssen.



Fascicules parus du Bulletin de la Commission géologique de Finlande (en vente dans les librairies d'Helsingfors et chez MAX WEG, Leplaystrasse 1, Leipzig).

- N:o 1. Cancrinitenit und einige verwandte Gesteine aus Kuolajärvi, von WILHELM RAMSAY und E. T. NYHOLM. Mit 4 Figuren im Text. Mai 1895 0 M. 50.
- N:o 2. Ueber einen metamorphosirten präcambrischen Quarzporphyr von Karvia in der Provinz Åbo, von J. J. SEDERHOLM. Mit 12 Figuren im Text. Dec. 1895 0 M. 75.
- N:o 3. Till frågan om det senglaciala havvets utbredning i södra Finland, af WILHELM RAMSAY, jemte Bihang 1 och 2 af VICTOR HACKMAN och 3 af J. J. SEDERHOLM. Med en karta. Resumé en français: La transgression de l'ancienne mer glaciaire sur la Finlande méridionale. Févr. 1896 1 M. 25.
- N:o 4. Ueber einen neuen Kugelgranit von Kangasniemi in Finland, von BENJ. FROSTERUS. Mit 2 Tafeln und 11 Figuren im Text. Avril 1896 1 M. 25.
- N:o 5. Bidrag till kännedomen om södra Finlands kvartära nivåförändringar af HUGO BERGHELL. Med 1 karta, 1 plansch och 16 figurer i texten. Deutsches Referat: Beiträge zur Kenntniss der quartären Niveauschwankungen Süd-Finlands. Mai 1896 2 M. —
- N:o 6. Über eine archaische Sedimentformation in südwestlichen Finland und ihre Bedeutung für die Erklärung der Entstehungsweise des Grundgebirges, von J. J. SEDERHOLM. Mit 2 Karten, 5 Tafeln und 96 Figuren im Text. Févr. 1899 5 M. —
- N:o 7. Über Strandbildungen des Litorinameeres auf der Insel Mantsinsaari, von JULIUS AILIO. Mit 1 Karte und 8 Figuren im Text. 1 M. 25.
- N:o 8. Studier öfver Finlands torfmossar och fossila kvartärflora af GUNNAR ANDERSSON. Med 21 figurer i texten och 216 figurer å 4 taflor. Deutsches Referat: Studien über die Torfmoore und die fossile Quartärflora Finlands. Déc. 1898 4 M. —
- N:o 9. Esquisse hypsométrique de la Finlande par J. J. SEDERHOLM. Avec 1 carte. Nov. 1899 1 M. —
- N:o 10. Les Dépôts quaternaires en Finlande par J. J. SEDERHOLM. Avec 2 figures dans le texte et 1 carte 1 M. —
- N:o 11. Neue Mitteilungen über das Jolithmassiv in Kuusamo von VICTOR HACKMAN. Mit 2 Karten, 12 Figuren im Text und 4 Fig. auf einer Tafel. Mars 1900 1 M. 50.
- N:o 12. Der Meteorit von Bjurböle bei Borgå von WILHELM RAMSAY und L. H. BORGSTRÖM. Mit 20 Figuren im Text. Mars 1902 1 M. —