

J. C. Rossmann
ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLEICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

SIEBENUNDZWANZIGSTER BAND.

MIT 6 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 152 FIGUREN
IM TEXT.

STANFORD LIBRARY
LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1897.

S. 1

XXX. Mittheilungen aus dem mineralogischen Museum der Universität Bonn.

VIII. Theil.

Von

H. Laspeyres in Bonn.

(Mit 2 Textfiguren.)

51. Die steinigen Gemengtheile im Meteoreisen von Toluca in Mexico.

Im sechsten Theile dieser Mittheilungen wurde unter Nr. 36¹⁾ ausgeführt, dass die bald einzeln, bald in körnigen Anhäufungen im Meteoreisen von Toluca vorkommenden steinigen Gemengtheile besonders nach dem mikroskopischen Befunde als Zirkon, Quarz, Plagioklas, Orthoklas, Granat, Augit, Olivin und Apatit theils sicher bestimmt werden konnten, theils als solche angesprochen werden müssen.

Mit Ausnahme des vermeintlichen Apatit, der nur als winzige, doppeltbrechende, prismatische Mikrolithen in den anderen Gemengtheilen sich findet, des Zirkon, der immer in wohlausgebildeten und oft flächenreichen Krystallen sich zeigt, und des Quarz, dessen bröckelige Krystalle gern zu eckigen Bruchstücken zerfallen, finden sich die genannten Gemengmineralien nur in unregelmässigen, scharfkantigen Bruch- oder Spaltstücken.

Um die in Meteoriten bis dahin noch nicht sicher beobachteten, sondern nur unter dem Mikroskope erkannten und deshalb noch anfechtbaren Mineralien: Orthoklas, Apatit, Zirkon auch auf chemischem Wege durch den Nachweis des Kali, der Phosphorsäure und der Zirkonerde im Lösungsrückstande des Toluca-Eisens zu bestätigen, hatte ich damals die Auflösung grösserer Mengen der im hiesigen feuchten Museum im Laufe der

1) Diese Zeitschr. 1895, 24, 485—493.

Jahre an den grossen Blöcken dieses Eisens entstandenen und abgeblätterten Rostrinde in Aussicht gestellt und schon in Angriff genommen.

Ich beabsichtige nun, in den folgenden Seiten diese inzwischen beendeteten Untersuchungen näher darzulegen.

1. Gewinnung, Reinigung und Gewicht des Untersuchungsmaterials.

Alle Abfälle des hiesigen Toluca-Eisens wurden zunächst, um alle etwaigen beim Liegen in der Natur und in den Sammlungen nicht ganz ausgeschlossenen, zufälligen Verunreinigungen bei der Untersuchung völlig auszuschliessen, durch ein sehr grobes Sieb gesiebt und der Durchfall unberücksichtigt gelassen. Das Grobe auf dem Siebe wurde dann unter starkem Wasserströme gründlich geschüttelt und gewaschen, sowie nach dem Trocknen Stück für Stück rein ausgesucht und alles irgendwie Verdächtige entfernt.

So wurden 585 g zuverlässige und reine Substanz vom Toluca-Eisen erhalten.

Dieselbe wurde auf dem Wasserbade in stets sorgfältig zugedeckter Porzellanpfanne mit Salzsäure so lange behandelt, bis alle Stücke zu feinem Grus zerfallen waren.

Dieser wurde wiederholt mit Natriumcarbonat zur Lösung der bei der Zersetzung des Olivin und vielleicht auch anderer Silicate (Anorthit) abgeschiedenen Kieselsäure und abwechselnd wieder mit concentrirter Salzsäure heiss behandelt, bis in letzterer nichts mehr in Lösung ging.

Der Rückstand war ein durch Graphit oder Kohle schwarz gefärbter feiner und feinsten Sand.

Zur Entfernung der kohligen Bestandtheile wurde er im Sauerstoffströme geglüht. Nun war der Rückstand hell, das heisst farblos mit dunkeln Körnchen durchsetzt. Zur Entfernung der etwaigen Aschenbestandtheile des Graphit und der Kohle wurde er nochmals mit Salpetersalzsäure und dann mit geprüft reiner Natronlauge und schliesslich wiederholt mit Salzsäure und dann mit Wasser gut ausgekocht, getrocknet und geglüht.

Der so gewonnene, in Salz- und Salpetersäure unlösliche Rückstand des Toluca-Eisens wog 4,6400 g, betrug mithin 0,2752% der Rostrinde¹⁾.

Derselbe bestand zumeist aus eckigen Stückchen von wasserklarem Quarz und Feldspathen, daneben fanden sich aber auch die übrigen, oben schon genannten und früher schon beobachteten Mineralien.

¹⁾ E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 321 und Annalen d. k. k. naturhistor. Hofmuseums in Wien 1894, 6, 465 giebt im Toluca-Eisen nur 0,0054% an; Uricoechea, Ann. Chem. u. Pharm. 1854, 91, 251 dagegen 4,44%. Die Vertheilung der steinigen Gemengtheile ist demnach ausserordentlich ungleichmässig.

Um den in Flusssäure unlöslichen Zirkon von den übrigen, in dieser Säure zersetzbaren Mineralien rein zu gewinnen und zugleich um den Lösungsrückstand chemisch zu analysiren, wurde der gesammte Lösungsrückstand (4,64 g) mit reiner Flusssäure und etwas Schwefelsäure auf dem Wasserbade so lange wiederholt behandelt, bis sich in dem so bleibenden Rückstande keine Quarzkörner mehr fanden.

Der so erhaltene und geglühte Rückstand wog	0,0073 g = 0,453%
in Lösung waren mithin gegangen	4,6027 g = 99,547%
(s. oben)	4,6100 g = 100%.

Das gerostete Toluca-Eisen enthielt somit:

I. 0,00425%	Unlösliches in allen Säuren	
II. 0,27395%	-	in Salzsäure
I + II. 0,27820%		(s. vor. S.).

2. Quantitative Analyse des in Salzsäure unlöslichen, in Flusssäure aber löslichen Rückstandes.

Zunächst wurde der letztere (II) Antheil, d. h. die mittelst Fluss- und Schwefelsäure erhaltene Lösung nur mit Anwendung von Platingefässen und mit zuverlässig reinen Reagentien quantitativ analysirt.

Die Menge der Kieselsäure konnte hierbei nur aus dem Verluste bestimmt werden. Ein Theil der Lösung wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt. Hierbei erfolgte ein ganz geringer bräunlicher Niederschlag, der sich in Schwefelnatrium löste und mit Salzsäure sich wieder bildete. Mit Soda auf Kohle geschmolzen erhielt ich wenige winzigezinnweisse metallische geschmeidige Kügelchen, die demnach wohl Zinn gewesen sein dürften.

In demselben Theile der Lösung konnte mit Ammoniummolybdat keine Phosphorsäure nachgewiesen werden.

Das Vorkommen von Apatitmikrolithen als Einschlüsse in Quarz, Feldspath u. s. w. hat mithin auf chemischem Wege nicht bestätigt werden können, und es bleibt somit jene mikroskopische Bestimmung zweifelhaft, denn es wäre ja immerhin noch denkbar, dass die mit Flusssäure in Lösung gegangenen steinigen Gemengtheile zufällig gar keine jener als Apatit gedeuteten doppelbrechenden, farblosen Krystallnadelchen eingeschlossen gehabt hätten oder nur so spärlich, dass ihre winzige Spur von Phosphorsäure sich selbst einem so scharfen Erkennungsmittel wie Ammoniummolybdat entzogen hätte.

Ein zweiter Theil der Lösung wurde zur Ermittlung der anderen Schwermetalle und der Erdmetalle, und ein dritter Theil zur Bestimmung der Alkalien nach der von mir früher angegebenen Methode¹⁾ benutzt.

¹⁾ Journ. f. prakt. Chemie 1865, 94, 193—197.

Der Niederschlag von Eisen und Aluminium vom zweiten und dritten Theile der Lösung wurde zur Auffindung etwa vorhandener seltener Metalle wie Beryll, Zirkon, Titan, Chrom, Mangan, Nickel, Kobalt u. s. w. nach der von Fresenius¹⁾ und von Classen²⁾ angegebenen Methode zusammen untersucht, bevor das Eisenoxyd und die Thonerde quantitativ bestimmt wurden.

Auf diese Weise konnten neben Spuren von Nickel und Kobalt nur noch winzige Spuren von Titan und zwar bloss durch Gelbwerden der Lösung mittelst Wasserstoffsuperoxyd aufgefunden werden; keine Spur Chrom und Zirkon.

Der Kalkerde-Niederschlag beider Theile der Lösung wurde nach der bekannten Methode³⁾ auf einen etwaigen Gehalt an Baryum und Strontium untersucht, jedoch mit negativem Ergebniss.

Rechnet man, was vielleicht nicht ganz richtig, aber jedenfalls auch dann noch ohne Belang ist, alles Eisenoxyd in Oxydul um, so besteht der in Fluss- und Schwefelsäure lösliche Antheil des steinigen Lösungsrückstandes neben Spuren von Kupfer, Zinn, Nickel, Kobalt, Titan aus:

$$\begin{array}{r}
 \text{SiO}_2 = 1,1750 \text{ g} \\
 \text{Al}_2\text{O}_3 = 0,1146 \text{ -} \\
 \text{FeO} = 0,0495 \text{ -} \\
 \text{CaO} = 0,0224 \text{ -} \\
 \text{MgO} = 0,1999 \text{ -} \\
 \text{K}_2\text{O} = 0,0066 \text{ -} \\
 \text{Na}_2\text{O} = 0,0347 \text{ -} \\
 \hline
 1,6027 \text{ g}
 \end{array}$$

Daraus berechnet sich nach den im Folgenden dargelegten Annahmen die mineralische Zusammensetzung dieses Lösungsrückstandes:

	Orthoklas:	Albit:	Anorthit:	Augit:	Quarz:	Summe:
	Plagioklas:					
<i>SiO₂</i>	0,0253 g	0,2014 g	0,0480 g	0,3444 g	0,5592 g	1,1750 g
<i>Al₂O₃</i>	0,0072 -	0,0574 -	0,0410 -	0,0090 -	— -	0,1146 -
<i>FeO</i>	— -	— -	— -	0,0495 -	— -	0,0495 -
<i>CaO</i>	— -	— -	0,0224 -	— -	— -	0,0224 -
<i>MgO</i>	— -	— -	— -	0,1999 -	— -	0,1999 -
<i>K₂O</i>	0,0066 -	— -	— -	— -	— -	0,0066 -
<i>Na₂O</i>	— -	0,0347 -	— -	— -	— -	0,0347 -
	0,0394 g	0,2935 g	0,1144 g	0,5995 g	0,5592 g	1,6027 g
	2,45%	25,26%		37,40%	34,89%	100%

1) Anleitung zur qual. chem. Analyse 1874, 44. Aufl., 418—420.

2) Handbuch d. qual. chem. Analyse 1885, 8. Aufl., 102—103.

3) Classen s. Anmerkung 2, Seite 94.

a. Orthoklas.

Die nicht unbeträchtliche Menge Kali beweist wohl in Verbindung mit dem früheren mikroskopischen Befunde genügend sicher die Anwesenheit von Orthoklas im Toluca-Eisen.

Cohen¹⁾ hat den Orthoklas nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse von den Meteoriten noch als ein in diesen nicht vertretenes Mineral bezeichnen zu müssen geglaubt, »da dasselbe bisher niemals auch nur mit einiger Wahrscheinlichkeit nachgewiesen worden sei«.

Berechnet man alles Kali im Lösungsrückstande als Orthoklas, so enthält der Lösungsrückstand 0,0394 g oder 2,45% von diesem Minerale, mithin das Toluca-Eisen 0,00668%.

b. Plagioklas.

Berechnet man ferner alles Natron im Lösungsrückstande als Albit, alle Kalkerde als Anorthit und vereinigt beide zu einem Plagioklas (Kalknatronfeldspath), so enthält der analysirte Lösungsrückstand 0,4049 g oder 25,26%, das Toluca-Eisen mithin 0,06924% Plagioklas von der procentigen Zusammensetzung:

		Sauerstoff-	
		Menge:	Verhältniss:
<i>SiO₂</i>	61,59	32,84	= 8,64
<i>Al₂O₃</i>	24,30	11,37	= 3
<i>CaO</i>	5,54	1,59	} 3,80 = 1
<i>Na₂O</i>	8,57	2,21	
400,00			

Derselbe steht also zwischen Andesin und Oligoklas und entspricht nahezu der isomorphen Mischung von 3 Mol. Anorthit ($CaAl_2Si_2O_8$) und 4 Mol. Albit ($Na_2Al_2Si_6O_{16}$) mit dem Sauerstoffverhältnisse 4 : 3 : 8,57.

Diese Plagioklas-Zusammensetzung stimmte auch sehr nahe überein mit der von Tschermak²⁾ aus der Gesamtanalyse berechneten Zusammensetzung des Plagioklas in dem Meteoriten von Gopalpur, nämlich:

		Sauerstoff-	
		Menge:	Verhältniss:
<i>SiO₂</i>	61,85	32,99	= 8,75
<i>Al₂O₃</i>	24,09	11,34	= 3
<i>CaO</i>	5,25	1,50	} 3,77 = 1
<i>Na₂O</i>	8,81	2,27	
400,00			

1) Meteoritenkunde 1894, 1, 302, 311.

2) Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. math.-naturw. Cl. 1872, 65, 143—144.

Tschermak, Mineralog. Mittheilungen 1872, 2, 99.

oder 2 Mol. Anorthit + 3 Mol. Albit. Ob neben diesem Plagioklas noch selbständiger Anorthit sich im Toluca-Eisen findet, bleibt dahingestellt, denn dieser müsste sich mit dem Olivin zusammen schon in Salzsäure gelöst haben.

c. Augit.

Wird alles im Lösungsrückstande bestimmte Eisenoxydul und Magnesia als Metasilicat berechnet und dazugefügt die bei den Feldspathberechnungen (*a* + *b*) noch übrig gebliebene geringe Menge von Thonerde, so erhält man die Menge von Augit im Lösungsrückstande = 0,5995 g = 37,40%, mithin 0,40248% im Toluca-Eisen.

Diesem Augit kommt die procentige Zusammensetzung zu:

<i>SiO</i> ₂	=	56,89
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	=	4,50
<i>FeO</i>	=	8,26
<i>MgO</i>	=	33,35
		100,00

Ein etwaiger geringer Gehalt des Augit an Kalkerde und Alkali würde an dieser Berechnung wesentlich nichts ändern können.

d. Quarz.

Die bei der vorstehenden Berechnung noch übrig gebliebene, aus dem Gewichtsverluste berechnete Menge Kieselsäure ergibt dann die Menge von Quarz im Lösungsrückstande, nämlich 0,5592 g = 34,89%, mithin 0,09558% des Toluca-Eisens.

e. Zusammenstellung.

Es besteht somit der in Salzsäure unlösliche, dagegen in Flusssäure lösliche steinige Bestandtheil in 585 g Toluca-Eisen aus:

Orthoklas	0,0391 g	=	0,00668%
Plagioklas	0,4049 -	=	0,06921 -
Augit	0,5995 -	=	0,40248 -
Quarz	0,5592 -	=	0,09558 -
	1,6027 g ¹⁾		0,27395% ¹⁾

3. Untersuchung des in allen Säuren unlöslichen Rückstandes.

Der in allen Säuren (auch Fluss- und Schwefelsäure) unlösliche Rückstand im Gewichte von 0,0073 g (= 0,00425% des Meteoriten)²⁾ hatte ein Volumgewicht grösser als 3,458, denn er sank mit allen Theilchen in der

¹⁾ s. oben S. 588.

²⁾ s. oben S. 588.

Thoulet'schen schweren Lösung, auf der ein Turmalin von diesem Volumgewichte schwamm, nieder.

Dieser sehr geringe Rückstand war ein dunkel smaragd- oder chromgrüner feiner Sand, untermischt mit Zirkonkrystallen, einem schwarzen Minerale und noch einigen anderen, selteneren Mineralkörnern.

a. Kosmochlor, ein neues kosmisches Mineral.

Das smaragdgrüne Mineral kann mit keinem irdischen Minerale identificirt werden. Ich will es deshalb nach seiner Herkunft und seiner Farbe Kosmochlor nennen.

α. Verhalten vor dem Löthrohre.

Er ist nicht bloss unlöslich in allen kochenden Säuren und in allen starken alkalischen Lösungen, sondern widersteht auch sehr kräftig den bekannten Schmelzmitteln. So ist er erst nach langem anhaltenden Behandeln im Gasgebläse löslich in der Phosphorsalz- und in der Boraxperle. In beiden löst er sich aber schliesslich zu einer völlig klar bleibenden, heiss gelblich-rothen, kalt schön bläulichgrünen Perle im Oxydations- wie im Reductionsfeuer.

Die schöne grüne Farbe rührt demnach von einem Chromgehalte her, zum Theil vielleicht auch von Eisen, doch dürfte der Eisengehalt nur sehr gering sein, da die Lösung der Schmelze mit Rhodankalium sich nur sehr wenig röthet.

Mit Soda vor dem Gebläse behandelt zersetzt er sich auch nur sehr langsam. Die Perle ist heiss braun, kalt gelb und krystallinisch. In der wässrigen Lösung der Perle gewahrt man unter dem Mikroskope gallertartige Flocken, die in Salzsäure verschwinden und nach Zusatz von Ammoniak sich von Neuem bilden, also wohl von Thonerde und Eisenoxyd herühren.

Auch in schmelzendem Salpeter ist er sehr schwer löslich zu einer gelben Schmelze, die sich in Wasser farblos löst. Die gelbe Farbe rührt wohl von etwas Kaliumchromat her, doch konnte dasselbe mit Bleisalzen vermuthlich wegen der sehr geringen Menge, keinen erkennbaren Niederschlag geben. Ammoniak gab auch wieder in dieser Lösung Flocken von etwas Thonerde und Eisenoxyd.

β. Verhalten unter dem Mikroskope.

Alle Splitter des Minerals zeigen unter dem Mikroskope eine recht vollkommene Spaltungsrichtung mit lebhaftem Glasglanze und sind nach dieser dünn tafelförmig gestaltet und häufig sichtlich lamellar im Bau gefügt. Diese winzigen Spaltflächen geben im Fernrohrgoniometer noch Reflexe, allerdings nur matt und verwaschen, welche 480° von einander entfernt liegen.

Die meisten Spaltlamellen sind ferner nach zwei unter sich parallelen Seiten geradlinig begrenzt, und diesen Grenzen gehen ab und zu innere Spaltungsklüfte parallel, wie es die nebenstehende Fig. 4 darstellt.

Es besitzt mithin der Kosmochlor noch eine zweite Spaltungsrichtung von geringerem Grade, welche, so weit ersichtlich, normal zu der vollkommeneren steht.

An einem besonders grossen (0,3 bis 0,4 mm) Splitter zeigte diese Spaltbarkeit unter dem Mikroskope nur geringen Glanz, trotzdem konnte aber der Winkel zwischen beiden Spaltungsrichtungen im Reflexionsgoniometer mit Flammenschimmer angenähert gemessen werden; er betrug beiderseits im Mittel ganz nahe 90° .

Derselbe Splitter zeigte nun auch noch eine zwischen jenen beiden liegende dritte, prismatische Spaltbarkeit, welche mit der vollkommenen Spaltfläche einen Winkel von etwa 105° (gemessen mit Flammenschimmer $105^\circ 46' - 104^\circ 50'$) einschliesst. Dieses Spaltprisma misst also 150° bzw. 30° , seine scharfe Kante wird von der recht vollkommenen, seine stumpfe Kante von der zweiten Spalttrichtung abgestumpft.

Von diesen prismatischen Spaltungsflächen war am Krystallbruchstücke nur die eine zu beobachten. Deshalb und da diese Spaltungsrichtung bisher nur an dem einen Splitter beobachtet werden konnte, dürfte sie nur von geringem Grade sein.

Die gleich zu besprechenden optischen Eigenschaften machen es wahrscheinlich, dass der Kosmochlor monoklin krystallisirt, und nach $(010) \infty P \infty$ eine recht vollkommene, nach $(400) \infty P \infty$ eine vollkommene, nach $(440) \infty P$ eine untergeordnete Spaltbarkeit besitzt.

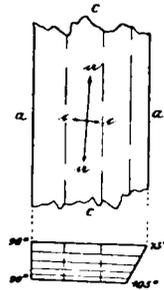
Quer zur Verticalaxe sind die nach dieser Axe meist gestreckten und nach $(010) \infty P \infty$ stets lamellaren Splitter immer unregelmässig, gern splitterig begrenzt, so dass alle Spalttrichtungen nur der Verticalzone angehören.

In gewöhnlichem durchgehenden Lichte sind die Splitter je nach der Dicke hell bis dunkel smaragdgrün, dickere Körner fast schwarz. Im polarisirten Lichte überrascht der ausserordentlich starke Pleochroismus, selbst der allerdünnsten Splitter.

Schwingt das Licht nahezu parallel mit der Trace der zweiten Spaltbarkeit, $(400) \infty P \infty$, so ist die Absorptionsfarbe hellgelbgrün, senkrecht dazu dunkelblaugrün oder smaragdgrün.

Die Schwingungsrichtung des Lichtes in den Lamellen nach der ersten Spaltbarkeit, $(010) \infty P \infty$, bildet mit der Verticalaxe oder der Trace der zweiten Spaltbarkeit einen Winkel von $12^\circ 14'$ im Mittel zahlreicher Ein-

Fig. 4.



stellungen an vielen Splittern. Ihr entspricht der geringere Grad der Absorption, aber die grössere optische Elasticität. Da kein Spaltsplitter nach der Symmetrieebene $(010) \infty P\infty$ in convergentem Lichte das Interferenzringsystem erkennen liess, geht die Ebene der optischen Axen der Symmetrieebene parallel und die Axe der grössten Elasticität a bildet mit der Verticalaxe c den Winkel von etwa 42° .

Auf Spaltstücken nach der zweiten Spaltbarkeit, $(400) \infty P\infty$, müsste die Schwingungsrichtung des Lichtes 0° bzw. 90° mit der Verticalaxe c einschliessen. Das liess sich aber an keinem Splitter controlliren, weil bei der Dicke der Splitter in der Richtung normal zu $(100) \infty P\infty$ alles Licht absorbirt wird.

Demnach wäre es immerhin noch möglich, dass der Kosmochlor triklin krystallisirt, denn auch die Messung $(010) : (400) = 90^\circ$ ist nur eine angenäherte, und die prismatische Spaltbarkeit wurde nur nach einer Fläche beobachtet.

Die Interferenzfarben, die zu der lebhaften Körperfarbe noch hinzutreten, sind ausserordentlich lebhaft, etwa wie beim Augit.

Alle diese physikalischen Eigenschaften gewahrt man vielleicht am besten unter dem Mikroskope, wenn man ein Splitterchen des Kosmochlor zwischen zwei Objectträgern zerdrückt zum feinsten Pulver, das für das blosse Auge noch grün bleibt.

Das Glas bekommt hierbei viele kleine Schrammen, so dass dem Kosmochlor etwa die Härte des Glases, das vom Orthoklas noch sehr deutlich geritzt wird, mithin 5—6, zukommt. Drückt man ein Splitterchen des Kosmochlor in einen Stift ganz reinen Bleies ein, so kann man damit den polirten Apatit sehr deutlich, den polirten Orthoklas nicht mehr ritzen.

Ein 0,5 mm langes, 0,4 bis 0,2 mm dickes Splitterchen der stärksten Löthrohrhitze, bei welcher das Platin oberflächlich zu erweichen beginnt, längere Zeit ausgesetzt, zeigt weder unter der Lupe noch unter dem Mikroskope eine Spur von Schmelzbarkeit.

Dieses Mineral scheint noch in keinem Meteoriten beobachtet worden zu sein, denn bei seinen sehr auffälligen physikalischen Eigenschaften dürfte ein Uebersehen desselben oder eine Verwechslung mit Augit oder Hornblende ausgeschlossen sein.

Es hat gegenüber allen irdischen Mineralien so abweichende chemische und physikalische Eigenschaften, dass schon ohne Ermittlung der chemischen Constitution ich berechtigt war, ein neues kosmisches Mineral in dieser Substanz anzunehmen.

γ. Chemische Zusammensetzung.

Nach Herstellung einer Anzahl von mikroskopischen Präparaten dieses Minerals für die Meteoritenkenner und für einige mineralogische Univer-

sitätsinstitute¹⁾ blieben von dem gewonnenen unlöslichen Rückstande noch 0,0033 g übrig, die ich für eine chemische Analyse hergeben zu müssen glaubte.

Bei dieser so ausserordentlich geringen Menge Substanz, bei welcher $\frac{1}{10}$ Milligramm schon 3% ausmacht, war von vornherein eine ganz zuverlässige quantitative Analyse nicht zu erwarten, auch wenn solche mit der grössten Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit erstrebt und nur in Platingefässen und mit den zuverlässigsten Reagentien ausgeführt wurde.

Dazu kam noch der Umstand, dass nach dem mikroskopischen Befunde die der Analyse zu unterwerfende Substanz nicht völlig reiner Kosmochlor war, sondern mit vielleicht 4% seines Gewichtes an Zirkonkrystallen und vielleicht 4 bis 2% an anderen Mineralsplittern sich gemengt erwies, deren vorherige Entfernung nicht ausführbar war.

Die 0,0033 g Substanz wurden so lange vor dem Gebläse mit Soda geschmolzen, bis nichts Unzersetztes im Schmelzflusse mehr beobachtet werden konnte.

Die genaueste Untersuchung der abgeschiedenen Kieselsäure mittelst Fluorwasserstoffdämpfen ergab, dass dieses völlig erreicht war und ferner auch, dass der Kosmochlor keine Spur Titan enthielt. Die Untersuchung der von der Kieselsäure abfiltrirten Lösung ergab die gänzliche Abwesenheit von Zinn.

Ganz besonderes Augenmerk wurde auf die etwaige Gegenwart von Zirkonerde gerichtet; dieselbe konnte jedoch nicht nachgewiesen werden, was aber auch unter den obwaltenden Umständen bekanntlich seine grossen analytischen Schwierigkeiten hat.

Die Analyse ergab:

	g	%
<i>SiO₂</i>	0,00105	= 34,82
<i>Al₂O₃</i>	0,00030	= 9,09
<i>Cr₂O₃</i>	0,00130	= 39,39
<i>Fe₂O₃</i>	0,00030	= 9,09
<i>CaO</i>	0,00020	= 6,06
<i>MgO</i>	0,00015	= 4,55
	<hr/> 0,00330	<hr/> 100,00

Soviel steht demnach fest, dass der Kosmochlor im Wesentlichen ein unter den irdischen Mineralien nicht bekanntes Chromsilicat ist. Keinem Zweifel unterliegt ferner die Gegenwart von etwas Aluminium und Eisen neben dem Chrom.

Anfechtbar bleibt allerdings der Gehalt an Calcium, denn die gewonnenen $\frac{2}{10}$ Milligramm Kalkerde zeigten keine deutliche Flammenreaction,

1) Denselben stehen auf Wunsch noch einige Präparate zur Verfügung.

und ebenso die gewogenen $\frac{1}{10}$ Milligramm Magnesiumphosphat, denn so minimale Mengen entziehen sich einer näheren sicheren Prüfung.

Nimmt man das Eisen als zweiwerthigen Vertreter von Calcium und Magnesium, so ist die Zusammensetzung des Kosmochlor:

	%	Menge:	Sauerstoff-Verhältniss:	
SiO_2	32,11	17,10	3,2	9,6
Al_2O_3	9,17	4,30	} 16,76	3
Cr_2O_3	39,75	12,46		
FeO	8,26	4,83	} 5,42	1
CaO	6,12	4,75		
MgO	4,59	4,84		
	<u>100,00</u>			

Die Mengen $FeO : CaO : MgO$ verhalten sich wie 1 : 1 : 1, die Mengen $Al_2O_3 : Cr_2O_3 = 1 : 3$.

Die empirische Formel ist mithin nahezu:



Dieser Formel entspricht die procentige Zusammensetzung:

SiO_2	33,76
Al_2O_3	8,50
Cr_2O_3	38,86
FeO	8,10
CaO	6,29
MgO	<u>4,49</u>
	100,00

Wir hätten es dann mit einem basischen Orthosilicate mit dem Sauerstoffverhältnisse 5 : 6 zwischen Säure und Basis zu thun:



Basische Salze sind gerade von Thonerde und Eisen bekannt und können mithin auch bei Chromoxyd vorausgesetzt werden.

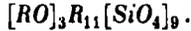
Nimmt man dagegen das Eisen dreiwertig als Vertreter von Aluminium und Chrom an und lässt man die noch anzweifelbaren geringen Mengen von Calcium und Magnesium unberücksichtigt, so stellt sich die Zusammensetzung des Kosmochlor auf:

	%	Menge:	Sauerstoff-Verhältniss:	
SiO_2	35,59	18,96	1	6
Al_2O_3	40,17	4,78	} 24,64	4,14
Fe_2O_3	40,17	3,05		
Cr_2O_3	44,07	13,81		6,84
	<u>100,00</u>			

Die empirische Formel :



entspreche gleichfalls einem basischen Orthosilicate mit dem Sauerstoffverhältnisse 6 : 7, nämlich :



Dieser Formel entspricht die procentige Zusammensetzung :

SiO_2	35,04
Al_2O_3	9,93
Fe_2O_3	10,37
Cr_2O_3	44,66
	100,00

Gewissheit über dieses neue Mineral ¹⁾ lässt sich nur von der Auflösung einer sehr beträchtlichen Menge des Toluca-Eisens erwarten. Zur Gewinnung von 4 g Kosmochlor müssten, bei gleichem Gehalte des Eisens an Kosmochlor wie im vorliegenden Falle, nämlich 80 Kilogramm Toluca-Eisen aufgelöst werden.

Trotz des niedrigen Preises des Toluca-Eisens (50 bis 100 Mark das Kilogramm) würde eine solche Untersuchung theuer zu stehen kommen.

b. Zirkon.

Gegen die Splitter von Kosmochlor treten in dem unlöslichen Rückstande die stets wohlausgebildeten Krystalle von Zirkon an Zahl ganz ausserordentlich zurück. Nach einer unter dem Mikroskope vorgenommenen Schätzung machten sie vielleicht gegen 4 % des Rückstandes aus, wogen demnach höchstens 0,00073 g.

Weder für eine mechanische noch für eine chemische Trennung der Zirkonkrystalle von dem Kosmochlor fand sich ein Weg. Meine frühere Erwartung, beim Auflösen grösserer Mengen von Toluca-Eisen soviel Zirkonkrystalle rein zu erhalten, um darin das Zirkonium chemisch nachzuweisen, hat sich mithin leider nicht erfüllt.

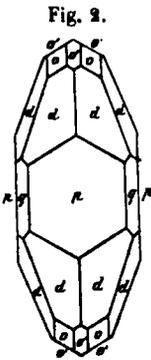
Trotz der so geringen Menge Zirkonkrystalle im Kosmochlor wurde bei der Analyse des letzteren, wie oben S. 595 schon bemerkt, das peinlichste Augenmerk stets auf den etwaigen Nachweis des chemischen Elementes Zirkonium gerichtet, allein vergeblich, einmal wegen der so geringen Menge

¹⁾ Die erste Mittheilung in die Oeffentlichkeit über den Kosmochlor machte Herr A. Brezina aus Wien auf der diesjährigen Naturforscher-Versammlung zu Frankfurt a/M. Diesem hervorragenden Meteoritenkenner hatte ich im Sommer ein Präparat dieses Minerals zur Begutachtung zugeschiedt und ihm wenige Tage vor der genannten Versammlung bei seinem hiesigen Besuche das gerade erhaltene Ergebniss meiner chemischen Untersuchungen mittheilen können.

von Zirkon überhaupt und andermal auch wohl wegen der Schwierigkeit eines chemischen Nachweises von so minimalen Mengen Zirkonium.

Für Zirkon sprechen, wie früher von mir schon ausgeführt wurde, die immer sehr scharf ausgebildete Krystallform, die Spaltungslosigkeit, die Härte, das hohe Volumgewicht, die Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einwirkungen, der mikroskopische Befund, die völlige Uebereinstimmung mit den mikroskopischen Zirkonkrystallen irdischer Gesteine, das optische Verhalten u. s. w.

Bei den neuen Präparaten erwies sich die Form und die Ausbildungsweise der Zirkonkrystalle immer so, wie ich es früher schon beschrieben und abgebildet habe. Nur an einigen bis 0,15 mm grossen Krystallen hatte die ditetragonale Pyramide d ungewöhnlich grosse Ausdehnung, wie in nebenstehender Fig. 2 wiedergegeben ist, in der $o = \{111\}P$, $o' = \{101\}P\infty$, $p = \{100\}\infty P\infty$, $q = \{110\}\infty P$, $d = \{m11\}mPm$ bedeutet.



Der ebene Winkel zwischen den beiden in einer Axenebene a und c liegenden Endkanten dieser ditetragonalen Pyramide konnte unter dem Mikroskope sehr gut und sicher gemessen werden. Alle Messungen ergaben 55° . Hierdurch und aus dem Zonenverbande (111) : (100) bestimmt sich das Symbol dieser Pyramide $d = \{311\}3P3$. Dieselbe ist bekanntlich am Zirkon eine sehr häufige Form. Aus dem Verhältnisse $a : c = 4 :$

$0,6404$ berechnet, beträgt der gemessene Winkel $54^\circ 59' 32''$.

Zu bemerken bleibt gegen früher nur noch, dass die neugewonnenen Zirkone alle farblos, nicht ganz blässröthlich sind. Vielleicht liegt die Ursache dieser Abweichung in dem Glühen der neuen Zirkone im Sauerstoffstrom.

Die einzig mögliche Verwechslung dieser Krystalle wäre die mit den, dem Zirkon isomorphen und in der Formentwicklung oft ähnlichen Krystallen von Zinnstein und Rutil.

Dieser Punkt musste bei den Untersuchungen im Auge behalten bleiben, wenn auch der mikroskopische Befund niemals dafür sprach. Zinn ist nämlich in den Meteoriten schon seit Langem und wiederholt aufgefunden worden und meistens auf den allerdings noch niemals unter dem Mikroskope beobachteten Zinnstein zurückgeführt worden ¹⁾ und ebenso auch in einigen Fällen Titan, das meist auf einen Gehalt der Meteoriten an Titanit bezogen worden ist ²⁾.

Es wurde deshalb bei der Analyse des Kosmochlor, wie schon bemerkt,

1) Vergl. oben S. 588 und E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 9, 33, 39, 55, 322.

2) Vergl. oben S. 589 und E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 22, 33, 299.

auch sorgfältigst auf Zinn und Titan geforscht, aber gleichfalls wie beim Zirkonium mit völlig negativem Ergebnisse.

Nun lassen sich aber diese beiden Elemente selbst in Spuren sehr leicht und sicher nachweisen, Zinn unter dem Mikroskope in der auf Kohle erblasenen Sodaperle und Titan mit Wasserstoffsuperoxyd. Wären im Rückstande Krystalle von Zinnstein oder Rutil gewesen, so hätten beide Reactionen deutlich erfolgen müssen.

Es liegt demnach kein Grund vor, an der Richtigkeit der Bestimmung dieser Krystalle als Zirkon zu zweifeln. Ganz sichere Entscheidung dieser Frage kann auch hier nur die Auflösung sehr grosser Mengen des Toluca-Eisens bringen oder ein günstiger Zufall bei der Weitererforschung der Meteoriten.

c. Chromit.

Zwischen den Splittern von Kosmochlor beobachtet man im unlöslichen Rückstande unter dem Mikroskope ferner noch einzelne schwarze, wie Magnetit metallglänzende, muschelrig brechende, unregelmässige Körner, seltener auch scharf ausgebildete mehr oder minder »verzerzte« Oktaëder, welche wegen ihrer Unlöslichkeit in Salzsäure nur Chromit sein können. Da der Rückstand in Sauerstoffstrome lange geglüht worden war und ein hohes Volumgewicht besitzt, kann hierbei an Kohlenstoff (Graphit oder Cliftonit) nicht gedacht werden.

d. Anderweitige Minerale.

Schliesslich zeigten sich noch im unlöslichen Rückstande sehr vereinzelt andere Minerale in Splitterform, deren Bestimmung oder auch nur Deutung bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Von diesen soll deshalb nur ganz kurz die Rede sein.

1. Hell smalteblaues bis farbloses, gar nicht selten in beiden Farben geflecktes, immer deutlich pleochroitisches Mineral in unregelmässigen, nicht spaltbaren Stückchen. Die Farbe des schwächer absorbirten Lichtes ist blaugrau, die andere smalteblau.

Dieses Mineral enthält manchmal viele und zum Theil grosse Einschlüsse einer nicht erkennbaren Substanz; es erinnert im Aussehen am meisten an Cordierit, oder an Sapphir oder auch an Turmalin.

Aehnliche Körner sind schon von Anderen aus steinigen, namentlich aber aus Eisenmeteoriten beschrieben und mit Cordierit verglichen worden ¹⁾. Aus dem Toluca-Eisen beschrieb Uricoechea ²⁾ schon »ein himmelblaues durchsichtiges Mineral, das krystallisirt zu sein schien und wie Zirkon vom Vesuv aussah«, und ebenso Cohen und Weinschenk ³⁾ ein »Cordierit-

1) E. Cohen, Meteoritenkunde 1894, 1, 349—320.

2) Ann. d. Chem. u. Pharm. 1854, 91, 254.

3) Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseum. Wien 1891, 6, 440.

ähnliches Mineral in dicksäulenförmigen Körnern mit lebhaften Interferenzfarben und Glas-(?)Einschlüssen, fleckig blau (pleochroitisch) und farblos.

Trotz der unverkennbaren Aehnlichkeit kann aber im vorliegenden Falle an Cordierit nicht gedacht werden, denn dieser hat das Volumgewicht 2,59—2,66, während die blauen Körner aus dem Toluca-Eisen schwerer als 3,158 sind.

Die von Cohen ¹⁾ hervorgehobene Möglichkeit, diese bläulichen bis violetten Körner, die man im Rückstande der Meteoreisen recht constant treffe, könnten vielleicht dem Smirgel entstammen, welcher zum Schleifen oder Schneiden der Meteoriten verwandt zu werden pflegt, ist hier völlig ausgeschlossen, da die zu meinen Untersuchungen verwendeten Stücke des Toluca-Eisens nie solche künstliche Behandlung erfahren hatten.

2. Braunes, sehr stark pleochroitisches Mineral.

Die sonst unregelmässig begrenzten Splitter sind durch Spaltbarkeit immer nach einer Richtung geradlinig begrenzt und in dieser Spalttrichtung von grösserer Ausdehnung, als senkrecht dazu. Ihre Form ähnelt deshalb der des Kosmochlor. Die Schwingungsrichtungen des Lichtes bilden aber mit den Spaltungstracen immer 0° und 90°. Parallel den Spaltungstracen ist die optische Elasticität grösser, als senkrecht zu denselben. In ersterer Richtung ist die Absorptionsfarbe ganz hellbräunlich, in letzterer dunkelbraun, bei dickeren Splittern fast schwarz. Die Interferenzfarben sind immer sehr lebhaft, fast so lebhaft, als beim Zirkon. Die Umgrenzung der in Canadabalsam eingebetteten Splitter ist immer sehr scharf und fein, das mittlere Brechungsvermögen also nicht sehr gross.

3. Farbloses, doppeltbrechendes, nicht pleochroitisches Mineral.

Die Form der Splitter ist dieselbe wie beim vorhergehenden Minerale. Die kleinere optische Elasticität geht hier aber den Spaltungstracen parallel. Einige, sonst ebenso aussehende Splitter haben zu den Spaltungstracen schiefe Schwingungsrichtungen.

4. Honig- bis bernsteingelbes Mineral, in unregelmässig begrenzten, nicht spaltbaren Stückchen, ist am seltensten im Rückstande, es zeigt deutliche Doppelbrechung und schwachen Pleochroismus.

1) Meteoritenkunde 1894, 1, 320.