

# Meteoreisen-Studien V.

Von

*E. Cohen*

in Greifswald.

## I. Nenntmannsdorf bei Pirna, Sachsen.

Das Nenntmannsdorfer Eisen ist schon früher zweimal analysirt worden, zuerst von G. E. Lichtenberger,<sup>1)</sup> später von E. Geinitz;<sup>2)</sup> beide heben hervor, dass Kobalt sich nicht habe nachweisen lassen. Dies Resultat stimmt weder mit den Erfahrungen von Lawrence Smith, noch mit den meinigen überein. Smith gibt an, in mehr als hundert von ihm untersuchten Meteoreisen ausnahmslos Kobalt gefunden zu haben,<sup>3)</sup> und auch von mir ist bisher niemals vergeblich auf dieses Element geprüft worden.<sup>4)</sup> Es erschien mir daher aus diesem Grunde und wegen des ausserordentlich niedrigen, von E. Geinitz angegebenen specifischen Gewichtes (6·21) wünschenswerth, die Untersuchung zu wiederholen. Herr Hofrath H. B. Geinitz stellte das nöthige Material zur Verfügung, wofür ich ihm meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Die Analyse (1) wurde von mir, die Bestimmung des specifischen Gewichtes von Herrn Dr. Leick ausgeführt. Unter 2 und 3 sind die von Lichtenberger und Geinitz ermittelten Zahlen hinzugefügt, unter 1a und 3a die Berechnungen auf 100 nach Abzug des aus dem Phosphor sich ergebenden Phosphornickeleisen ( $\text{Fe}_2\text{NiP}$ ). Lichtenberger und Geinitz geben an, mit negativem Erfolg auf Kohlenstoff und Mangan geprüft zu haben. Das von mir untersuchte Stückchen löste sich vollständig in Königswasser und erwies sich als chromfrei; die Prüfung auf Kupfer habe ich wegen der geringen zur Verfügung stehenden Menge unterlassen.

	1	2	3	1a	3a
Angew. Subst. . . . .	1·0481				
Fe . . . . .	94·33	94·59	93·04	94·30	94·14
Ni . . . . .	5·48	5·31	6·16	5·04	5·86
Co . . . . .	0·71	0·00	0·00	0·66	
P . . . . .	0·29		0·22		
	100·81	99·90	99·42	100·00	100·00
Spec. Gew. . . . .	7·8241 (bei 15·8° C.)		6·21		

<sup>1)</sup> H. B. Geinitz: Ueber das Meteoreisen von Nenntmannsdorf und Meteoritensammlungen. »Isis«, 1873, 4—6.

<sup>2)</sup> Das Nenntmannsdorfer Meteoreisen im Dresdener Museum. Neues Jahrb. für Min. etc., 1876, 608—612.

<sup>3)</sup> Description and analysis of the Franklin County meteoric iron: with remarks on the presence of copper and nickel in meteoric irons; the method of analyzing the same; and the probability of the lead in the Tarapaca iron having been originally foreign to the mass. Am. Journ. of Science, 1870, (2) XLIX, 331—332.

<sup>4)</sup> Meteoritenkunde, I, 52—53. Stuttgart 1894.

Die Analysen 1a und 3a stimmen — abgesehen vom Kobaltgehalt — befriedigend überein. Das Nennmannsdorfer Eisen verhält sich also bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung den übrigen hexaëdrischen Eisen gleich. Zur Bestimmung des specifischen Gewichtes konnten nur 0·676 Gr. verwandt werden; zieht man den Gehalt an Phosphornickeisen (1·89%) in Betracht und nimmt für denselben das specifische Gewicht von 7·1968 an, so berechnet sich für das reine Nickeisen 7·8373.

## 2. Lionriver, Südafrika und Prambanan, Java.

Beide Meteoreisen sind schon früher analysirt worden, haben jedoch einen erheblich geringeren Gehalt an Nickel ergeben, als den oktaëdrischen Eisen mit feinen Lamellen zuzukommen pflegt. Ausserdem hebt Shepard für Lionriver das Fehlen von Kobalt ausdrücklich hervor,<sup>1)</sup> während v. Baumhauer<sup>2)</sup> und van der Boon Mesch<sup>3)</sup> nur Spuren gefunden und auf Phosphor vergeblich geprüft haben.<sup>4)</sup> Es erschienen mir daher neue Analysen wünschenswerth, welche von Herrn O. Sjöström ausgeführt worden sind.

Das Material von Lionriver verdanke ich der mineralogischen Abtheilung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums; Prambanan stammt von einem Stücke der Greifswalder Sammlung, welches seinerzeit von Stürtz in Bonn aus der Baumhauer'schen Sammlung erworben wurde.

Beide Eisen lösten sich ohne Rückstand in Königswasser; auf Kupfer wurde nicht geprüft, da dessen Menge so geringfügig zu sein pflegt, dass es grösserer Stücke bedarf, als zur Verfügung standen, um einigermaßen zuverlässige Werthe zu erhalten.

I gibt die für Lionriver von Sjöström ermittelte Zusammensetzung, 1a die Berechnung auf 100 nach Abzug des Phosphornickeisen, 1b das Resultat der älteren Shepard'schen Untersuchung. Unter II und IIa folgen die entsprechenden Werthe für Prambanan, unter IIb und IIc die beiden Baumhauer'schen Analysen, unter II d die Analyse von van der Boon Mesch.

	I	1a	1b
Angew. Subst.	0·6673		
Fe . . . . .	92·06	91·63	93·30
Ni . . . . .	7·79	7·68	6·70
Co . . . . .	0·69	0·69	0·00
P . . . . .	0·05		Spur
Sn, S . . . . .			Spur
	100·59	100·00	100·00

<sup>1)</sup> Notice of meteoric iron near Lion River, Great Namaqualand, South Africa; and of the detection of potassium in meteoric iron. Am. Journ. of Science, 1853, (2) XV, 4.

<sup>2)</sup> Sur le fer météorique de Prambanan dans le district de Soerakarta (île de Java). Arch. Néerl. des sciences exactes et naturelles, 1866, I, 468.

<sup>3)</sup> E. H. v. Baumhauer, l. c.

<sup>4)</sup> Baumhauer und van der Boon Mesch geben noch an, auf Schwefel, Arsen und Kupfer sorgfältig, aber mit negativem Erfolg geprüft zu haben.

	II	IIa	IIb	IIc	II d
Angew. Subst.	0·7923				
Fe . . . . .	90·03	89·89	93·77	94·95	96·71
Ni . . . . .	9·39	9·14	5·91	4·83	2·86
Co . . . . .	0·97	0·97			
P . . . . .	0·16		0·00	0·00	0·00
VerlustnebstSpuren von Co und Si			0·32	0·22	0·43
	100·55	100·00	100·00	100·00	100·00

Zum Vergleich mögen diejenigen Analysen von oktaëdrischen Eisen mit feinen Lamellen zusammengestellt werden, welche in neuerer Zeit ausgeführt sind, oder welche ihren Resultaten nach Vertrauen erwecken können.

1. Bear Creek. J. L. Smith: On Colorado meteorites — Russel Gulch meteoric iron, and Bear Creek meteoric iron. *Am. Journ. of Science*, 1867, (2) XLIII, 66.
2. Laurens Co. J. B. Mackintosh in W. E. Hidden: On two masses of meteoric iron, of unusual interest. *ib.* 1886, (3) XXXI, 465.
3. Carlton. L. G. Eakins in E. E. Howell: Notice of two new iron meteorites from Hamilton Co., Texas, and Puquios, Chili, S. A. *ib.*, 1890, (3) XI., 224.
4. Cambria. C. Rammelsberg: Ueber die Analyse von Meteoriten. *Monatsber. d. k. Ak. d. Wiss. zu Berlin*, 1870, 444.
5. Walker Township. R. B. Riggs: The Grand Rapids meteorite. *Am. Journ. of Science*, 1885, (3) XXX, 312.
6. Victoria West. J. L. Smith: Description d'une masse de fer météorique, dont on a observé la chute dans le sud de l'Afrique, en 1862, et remarques sur l'enstatite. *Comptes-rendus*, 1873, LXXVI, 295; vgl. auch: *Am. Journ. of Science*, 1873, (3) V, 108.
7. Bridgewater. F. P. Venable in G. F. Kunz: On five new American meteorites. *Am. Journ. of Science*, 1890, (3) XL, 321.
8. Prambanan. O. Sjöström.
9. Chupaderos. E. Manteuffel in E. Cohen: *Meteoreisen-Studien II. Diese »Ann.«*, 1892, VII, 151.
10. Jamestown. O. W. Huntington: A new meteoric iron from Stutsman County, North Dakota. *Proc. of the Am. Acad. of Arts and Sciences*, 1890, (2) XVII, 232.
11. Mantos blancos. L. Fletcher: On the meteorites which have been found in the desert of Atacama and its neighbourhood. *Min. Mag.*, 1889, VIII, 258.
12. Charlotte. J. L. Smith: Description et analyse d'une masse de fer météorique tombée dans le comté de Dickson (Tennessee). *Comptes-rendus*, 1875, LXXXI, 85; vgl. auch: *Am. Journ. of Science*, 1875, (3) X, 351.
13. Russel Gulch. J. L. Smith: A new meteoric iron »the Colorado meteorite« from Russel Gulch; Gilpin Co., near Central City, Colorado Territory. *Am. Journ. of Science*, 1866, (2) XLII, 219.
14. Smith Mountain. J. L. Smith: Examination of the Waconda meteoric stone, Bates County meteoric iron and Rockingham County meteoric iron. *ib.*, 1877, (3) XIII, 214.
15. Varas. L. Fletcher: On the meteorites which have been found in the desert of Atacama and its neighbourhood. *Min. Mag.*, 1889, VIII, 259.
16. Lionriver. O. Sjöström.
17. Jewell Hill. J. L. Smith: Description of three new meteoric irons, from Nelson County, Ky., Marshall County, Ky., and Madison County, North Carolina. *Am. Journ. of Science*, 1860, (2) XXX, 240.
18. Moónbi. J. C. H. Mingaye: Notes and analysis of a metallic meteorite from Moonbi, near Tamworth, N. S. Wales. *Journ. and Proc. of the R. Soc. of N. S. Wales*, 1893, XXVII, 82—83.
19. Lagrange. J. L. Smith: Description of three new meteorites. Lincoln County meteoric stone which fell in August, 1855 — Oldham County (Ky.) meteoric iron — Robertson County (Tenn.) meteoric iron. *Am. Journ. of Science*, 1861, (2) XXXI, 266.
20. Bella Roca. J. E. Whitfield: A new meteorite from Mexico. *ib.*, 1889, (3) XXXVII, 440.

	Fe	Ni	Co	Cu	P	S		Summa
1	83·89	14·06	0·83	Spur	0·21			98·99
2	85·33	13·34	0·87		0·16	Spur		99·70
3	86·54	12·77	0·63	0·02	0·16	0·03	C 0·11	100·26
4	88·76	10·65	0·08	0·04			Fe S 0·47	100·00
5	88·71	10·69		0·07	0·26	0·03	C 0·06; Graphit 0·07; Mg 0·02	99·91
6	88·83	10·14	0·53	Spur	0·28			99·78
7	88·90	9·94	0·76		0·35		Cl 0·02	99·97
8	90·03	9·39	0·97		0·16			100·55
9	89·48	9·30	0·88	0·02	0·32			100·00
10	90·24	9·75		Spur	0·05	0·00		100·04
11	90·77	8·83	0·55	Spur	0·10			100·25
12	91·15	8·01	0·72	0·06	Spur	0·00		99·94
13	90·61	7·84	0·78	Spur	0·02			99·25
14	90·88	8·02	0·50	0·03	0·03			99·46
15	91·28	8·00	0·44	Spur	0·05			99·77
16	92·06	7·79	0·69		0·05			100·59
17	91·12	7·82	0·43	Spur	0·08			99·45
18	91·35	7·89	0·56	Spur	0·217	0·00	Sn 0·003; Graphit 0·068; Cr, Si, C Spur	100·088
19	91·21	7·81	0·25	Spur	0·05			99·32
20	91·48	7·92	0·22		0·21	0·21	C 0·06	100·10

Zieht man die accessorischen Gemengtheile (Phosphornickeleisen, Troilit, Graphit), sowie die nur in sehr geringer Menge angegebenen Elemente ab, so erhält man die folgenden Zahlen, welche eine bessere Uebersicht gestatten, als die obigen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Fe . .	85·16	85·90	86·77	89·21	89·58	89·65	89·72	89·89	90·22	90·31
Ni + Co	14·84	14·10	13·23	10·79	10·42	10·35	10·28	10·11	9·78	9·69
Fe <sub>2</sub> Ni P	1·37	1·04	1·04		1·69	1·82	2·27	1·04	2·09	0·32
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Fe . .	90·77	91·26	91·34	91·47	91·60	91·63	91·81	91·85	91·95	92·11
Ni + Co	9·23	8·74	8·66	8·53	8·40	8·37	8·19	8·15	8·05	7·89
Fe <sub>2</sub> Ni P	0·65	Spur	0·13	0·20	0·32	0·32	0·52	1·41	0·32	1·37

Von diesen Meteoreisen zeichnen sich drei durch aussergewöhnlich hohen Gehalt an Ni (Co) aus. Bei Laurens Co. (An. 2) und Carlton (An. 3) erklärt sich dies durch die starke Entwicklung des Taenit, und sowohl nach letzterer, als auch nach der Breite der Lamellen schliessen sich beide den oktaëdrischen Eisen mit feinsten Lamellen nahe an.<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Für Laurens Co. gibt Brezina die Balkenbreite zu 0·17—0·27 Mm. an und hebt kräftige Entwicklung des Taenit hervor. Die Meteoritensammlung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums am 1. Mai 1895. Diese Annalen, 1896, X, 269.

Rechnet man sie zu letzteren, was mir sowohl nach dem Gefüge, als auch nach der chemischen Zusammensetzung zweckmässig erscheint, und sieht von Bear Creek einstweilen ab, welches mir aus Anschauung nicht bekannt ist, so erhält man eine nicht nur structurell, sondern auch chemisch recht gut begrenzte Gruppe mit einem Gehalt von  $8-11\%$  Ni + Co. Lionriver liegt nahe der unteren Grenze, entsprechend den Angaben von Brezina, nach welchem Taenit nur mässig entwickelt ist.<sup>1)</sup> Jedenfalls ergibt sich aus der neuen Analyse, dass die Nickelbestimmung von Shepard, wie anzunehmen war, nicht richtig ist, und dass Kobalt keineswegs fehlt.

Von den oktaëdrischen Eisen mit feinen Lamellen würden Bückeberg, Hassi Jekna, Madoc, Walker Township einer Revision bedürfen, während Jonesboro und Teposcolula noch nicht analysirt zu sein scheinen.

### 3. Chesterville, Süd-Carolina.

Das Meteoreisen von Chesterville wird von Brezina zu den hexaëdrischen Eisen gerechnet, da er eine Orientirung der Rhabdite nach dem Hexaëder für wahrscheinlich hält.<sup>2)</sup> Für letztere sprechen auch die Beobachtungen, welche ich an einer kleinen Platte machen konnte. Auf der geätzten Fläche traten Rhabdite in grösserer Zahl hervor, von denen einige annähernd parallel orientirt waren, andere senkrecht zu letzteren lagen. Bei mässiger Aetzung erkannte man ferner einen Aufbau aus feinen Körnern, deren grösste einen Durchmesser von 0.18 Mm. erreichten, während weitaus die meisten sehr erheblich kleiner waren. Nach starker Aetzung entstanden an einzelnen Stellen kleine gestreckte Grübchen, welche zu einander parallel oder senkrecht orientirt zu sein schienen.

Die Rhabdite erreichten eine Länge von  $2\frac{1}{2}$  Mm.; einige der grösseren waren zerbrochen und gegen einander verschoben, derart, dass man an der Gestalt der Bruchfläche deutlich die Zusammengehörigkeit der Stücke erkennen konnte. Die Bildung der Rhabdite muss also beendet gewesen sein, bevor das umgebende Nickeisen den starren Zustand angenommen hatte, da von einer Verwerfungskluft nichts zu sehen war. Die kleinen vorhandenen Troilitpartien wurden von einer schmalen Schreibersitzzone umsäumt.

Da Chesterville demnach aus feinkörnigem Kamazit zu bestehen scheint und die einzige vorliegende Analyse von Shepard nur 5% Nickel nebst Spuren von Kobalt und Chrom angibt,<sup>3)</sup> also einen für Kamazit ungewöhnlich niedrigen Gehalt an Ni + Co, liess ich eine neue Untersuchung ausführen, zu welcher ich das Material aus dem Wiener Hofmuseum erhielt.

Das zur Analyse verwandte Stückchen war arm an Rhabdit und scheinbar frei von Troilit; es löste sich ohne Rückstand in Königswasser. Auf Kupfer wurde nicht geprüft.

Die von Herrn O. Sjöström gefundenen Zahlen folgen unter I; Ia gibt die Berechnung auf 100 nach Abzug des Phosphornickeisen ( $2.21\%$ ), Ib die Shepard'sche Analyse.

<sup>1)</sup> l. c. 269.

<sup>2)</sup> l. c. 294.

<sup>3)</sup> On meteoric iron in South Carolina. Am. Journ. of Science, 1849, (2) VII, 149.

	I	Ia	Ib
Angew. Subst.	0·8154		
Fe . . . . .	93·15	93·96	95·0
Ni <sup>1)</sup> . . . . .	5·82	5·31	5·0
Co . . . . .	0·73	0·73	
P . . . . .	0·34		
Co, Cr . . . . .			Spur
	100·04	100·00	100·00

Das spezifische Gewicht wurde von Herrn Dr. W. Leick zu 7·8738 bei 18° C. (angew. Subst. 4·2509 Gr.) bestimmt. Unter Berücksichtigung des gefundenen Gehalts an Phosphornickeleisen (2·21%; spec. Gew. zu 7·1968 angenommen) berechnet sich das spezifische Gewicht des reinen Nickeleisen zu 7·8905.

Nach Zusammensetzung und spezifischem Gewicht verhält sich also Chesterville wie normaler Kamazit.<sup>2)</sup> Ob es aber zweckmässig ist, dasselbe mit den hexaëdrischen Eisen zu vereinigen, erscheint mir zweifelhaft. Selbst wenn die Rhabdite thatsächlich, wie es den Anschein hat, nach Hexaëderflächen orientirt sind, braucht dies wohl ebensowenig als entscheidend für die Classification angesehen zu werden, wie die hexaëdrische Orientirung der Reichenbach'schen Lamellen in den oktaëdrischen Eisen. Wenn man bei letzteren die Structur der Hauptmasse des Nickeleisen als entscheidend erachtet, so dürfte dies auch für diejenigen Eisen angemessen sein, welche sich aus Körnern ohne oktaëdrische Schalenstructur und ohne Neumann'sche Aetzlinien aufbauen. Ob eine solche vorläufig von mir in Aussicht genommene Gruppierung zweckmässiger ist als die bisherige, wird sich erst entscheiden lassen, wenn die Chestervillegruppe und die Ataxite Brezina's eingehender als bisher untersucht sind.

Herr Dr. Leick hat Chesterville ferner nach der von ihm in seiner Arbeit »Ueber das magnetische Verhalten galvanischer Eisen-, Nickel- und Kobaltniederschläge« angewandten Methode geprüft. Es ergaben sich Eigenschaften sowohl des Stahls, als auch des weichen Eisens. Wie ersterer nahm das Meteoreisen permanenten Magnetismus an, welcher durch starke Erschütterungen wenig geschwächt wurde; andererseits verhielt es sich in einer Magnetisirungsspirale wie weiche Eisenstäbe, wenn auch der temporäre Magnetismus nur  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$  so stark war wie bei letzteren. Qualitativ zeigt Chesterville demnach die gleichen Eigenschaften wie die von Leick untersuchten, elektrolytisch niedergeschlagenen Nickeleisenlegirungen.

Bei den früher von mir mitgetheilten Versuchen<sup>3)</sup> waren nur diejenigen Meteoreisen in einer Magnetisirungsspirale geprüft worden, welche keinen oder nur sehr schwachen permanenten Magnetismus angenommen hatten. Es bleibt daher noch zu untersuchen, ob sich nicht etwa die meisten Meteoreisen wie Chesterville verhalten.

#### 4. Zacatecas, Mexico.

Ein nach Entfernung des sichtbaren Troilit 92·2446 Gr. schweres Stück löste sich in 55 Tagen unter sehr starker Entwicklung von Schwefelwasserstoff in  $1 \text{ HCl} + 20 \text{ aq.}$ ,

<sup>1)</sup> Eine andere Analyse, bei welcher die Eisenbestimmung verunglückte, hatte 6·12 Ni und 0·64 Co ergeben.

<sup>2)</sup> Vgl. E. Cohen und E. Weinschenk: Meteoreisen-Studien. Diese Annalen, 1891, VI, 159 und E. Cohen: Meteoreisen-Studien IV. Ib., 1895, X, 89.

<sup>3)</sup> Meteoreisen-Studien IV. Ib., 1895, X, 81—87.

und zwar leichter, als irgend ein anderes bisher von mir untersuchtes Meteoreisen. Die Einwirkung der Säure fand auch sehr gleichmässig statt, indem sich nicht, wie gewöhnlich, Löcher bildeten, sondern die Oberfläche der Platte im Ganzen eben blieb. Von Zeit zu Zeit lösten sich in Folge der grosskörnigen Structur grössere Brocken ab. Die kleinen schliesslich übrig bleibenden zackigen Stücke wurden, wie stets, sehr langsam weiter angegriffen. Nach dem Auslesen derselben, sowie von Schreibersit, Taenit und einem kleinen Troilitknollen verblieb ein starker, nicht weiter trennbarer Rückstand von 1·6856 Gr. Die chemische Untersuchung des letzteren ergab das unter I folgende Resultat:

	I	II
Fe. . . . .	10·22	7·11
Ni. . . . .	46·82	} 37·47
Co . . . . .	0·70	
Cu . . . . .	0·81	2·84
Cr. . . . .	0·30	Spur
P . . . . .	8·96	0·88
S . . . . .	4·67	
C . . . . .	1·86	5·60
CaO . . . . .	0·16	
MgO . . . . .	0·12	
Rückstand . . .	2·43	19·95 <sup>1)</sup>
	77·05	73·85

Die fehlenden 23% dürften auf Wasser und Sauerstoff kommen, deren Aufnahme leicht während der langen Behandlung des Stückes mit Salzsäure stattgefunden haben kann. Der in Königswasser unlösliche Rückstand erwies sich zum grössten Theil als Chromit mit wasserklaren, doppelbrechenden, in Canadabalsam ziemlich breit umrandeten Körnern, welche öfters opake Einschlüsse enthalten; da ausserdem noch trübe, flockige Partikel beigemischt sind, so dürften auch durch Säure zersetzbare Silicate in geringer Menge vorhanden sein.

Der gesammte Rückstand von 1·6856 Gr. ist in Folge seines hohen Gehalts an Nickel und Kupfer, des sehr niedrigen an Eisen schwer zu deuten. Berechnet man aus dem Chromgehalt Daubrélith (0·83%), aus dem Rest des Schwefel Troilit (11·81%), so bleiben unter Vernachlässigung von CaO, MgO und Cu 8·96 P, 2·55 Fe und 47·51 Ni + Co übrig, welche etwa einem sehr eisenarmen Phosphornickeisen, resp. einem fast reinen Phosphornickel entsprechen würden, wie es bisher nicht bekannt und gerade in Zacatecas um so weniger zu erwarten ist, als der isolirte und analysirte Schreibersit sich als besonders nickelarm erwiesen hat. Es mag hier darauf hingewiesen werden, dass Derby aus Cañon Diablo einen Rückstand erhielt, der sich ebenfalls durch sehr hohen Gehalt an Nickel und Kupfer, niedrigen an Eisen auszeichnet, allerdings sehr viel weniger Phosphor enthält.<sup>2)</sup> Das Resultat von Derby's Untersuchung wurde oben unter II zum Vergleich hinzugefügt.

Jedenfalls bedarf dieser Theil von Zacatecas noch einer näheren Untersuchung, und es wäre besonders festzustellen, in welcher Form das Kupfer vorhanden ist; die

<sup>1)</sup> Derselbe setzte sich aus 11·65% Rhabdit und 8·30% nicht magnetischer Partikel zusammen.

<sup>2)</sup> Constituents of the Cañon Diablo meteorite. Am. Journ. of Science, 1895, (3) XLIX, 109.

Vermuthung liegt nahe, dass in manchen Meteoreisen ein noch nicht bekannter kupferreicher Gemengtheil vorkommt.

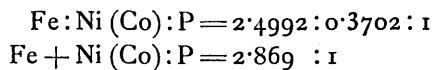
Unter der Annahme, dass die obige Berechnung von Daubrélith und Troilit richtig ist, ergibt sich als Gesamtergebnis der Isolirung:

in Lösung gegangenes Nickeleisen	87·1426 Gr.	94·47 %
zackige Stücke . . . . .	0·3703 »	0·40 »
Taenit . . . . .	0·1554 »	0·17 »
Schreibersit . . . . .	2·8258 »	3·06 »
Troilit . . . . .	0·2356 »	0·26 »
Daubrélith . . . . .	0·0140 »	0·02 » (0·0152)
?Phosphornickel . . . . .	0·9948 »	1·08 »
Kohle . . . . .	0·0312 »	0·03 » (0·0338)
Chromit und Silicat Körner . . .	0·0693 »	0·07 » (0·0751)
Unbestimmter kupferreicher Rest	0·4056 »	0·44 »
	<hr/>	
	92·2446 Gr.	100·00 %

Der Schreibersit bildet kleine Tafeln, Körner und Flitter; grössere Krystalle scheinen in der untersuchten Platte nicht vorhanden gewesen zu sein, es sei denn, dass sie im Laufe der Isolirung vollständig zerfallen sind. Unter III folgt das Resultat der von Herrn Dr. Scherer ausgeführten Analyse,<sup>1)</sup> unter IIIa die auf 100 berechnete Zusammensetzung nach Abzug des aus dem Chrom berechneten Daubrélith (0·88%) und des als unlöslicher Rückstand gewonnenen Chromit. Zum Vergleich ist die ältere Analyse von H. Müller beigefügt<sup>2)</sup> (IV).

	III	IIIa	IV
Angew. Subst.	0·5375		0·5245
P . . . . .	15·12	16·10	10·23
Fe . . . . .	68·37	72·62	75·02
Ni . . . . .	10·07	10·72	14·52
Co . . . . .	0·52	0·56	
Cr . . . . .	0·32		
S (berechnet)	0·39		
Chromit . . . . .	4·60		
	<hr/>		
	99·39	100·00	99·77

Aus Ia berechnet sich:



Das Chromeisen, welches stark glänzende Körner mit muschligem Bruch bildet, ergab bei der qualitativen Prüfung Eisen, Chrom, Aluminium und Magnesium.

<sup>1)</sup> Das Resultat dieser Analyse wurde schon früher von mir mitgetheilt (Meteoritenkunde, I, 131).

<sup>2)</sup> Meteoreisen von Zacatecas in Mexico. Journ. f. prakt. Chemie, 1860, LXXIX, 25. Rammelsberg zweifelt die Richtigkeit des Fundortes an (Handbuch der Mineralchemie, Leipzig 1860, 1000), aber mit Unrecht, wie sich aus der von Müller seiner Arbeit beigefügten Abbildung einer geätzten Fläche mit Sicherheit ergibt.



Der Taenit tritt in verhältnissmässig kleinen und schmalen Blättchen auf, welche sich nicht in genügender Menge für eine Analyse rein aussuchen liessen.

Eine von mir ausgeführte Analyse der Lösung ergab die unter V oder nach Abzug von Daubrélith (0.05%) und Schreibersit (0.69%) die unter Va stehenden Zahlen; für die Bestimmung von Kupfer und Phosphor wurden je 17.407 Gr., für diejenige des Chrom 17.407 Gr. verwandt.

	V	Va
Angew. Subst.	0.8703	
Fe . . . . .	94.15 <sup>1)</sup>	94.23
Ni . . . . .	5.18	5.14
Co . . . . .	0.61	0.61
Cu . . . . .	0.017	0.02
Cr . . . . .	0.023	
P . . . . .	0.113	
	100.093	100.00

Unter Berücksichtigung des Daubrélith und Chromit, welche dem Schreibersit beigemischt waren, sowie der in Lösung gegangenen geringen Mengen von Schreibersit und Daubrélith ergibt sich als Zusammensetzung des in Arbeit genommenen Stückes:

Nickeleisen . . . . .	94.34%
Schreibersit . . . . .	3.54
Troilit . . . . .	0.26
Daubrélith . . . . .	0.10
Chromit und Silicate . . . . .	0.21
Kohle . . . . .	0.03
?Phosphornickel . . . . .	1.08
Unbestimmter Rückstand . . . . .	0.44
	100.00%

Zur Ermittlung der Gesamtzusammensetzung von Zacatecas, welche sich ohne Taenitanalyse aus den obigen Daten nicht berechnen lässt, wurden von Herrn Dr. Scherer die beiden Analysen VI und VII ausgeführt; die verwandten Stücke waren von der grossen zur Isolirung der Bestandtheile benutzten Platte abgeschnitten worden. VIII gibt das Mittel, VIIIa die Berechnung auf 100 nach Abzug von Schreibersit (6.34%) und Daubrélith (0.41%), letzterer aus dem Schwefel berechnet. Ob der Schwefel zu niedrig bestimmt worden ist, oder ob hier Chrom auch noch in einer anderen löslichen Verbindung vorkommt, konnte aus Mangel an weiterem Material nicht bestimmt werden. Der gesammte Chromgehalt auf Daubrélith verrechnet, würde 2.04% ergeben, was zweifellos zu hoch ist. Auch die Verrechnung des gesammten Phosphor auf Schreibersit ist nach dem obigen Resultat der Untersuchung des unmagnetischen Rückstandes nur ein Nothbehelf. Zacatecas scheint Verbindungen zu enthalten, welche man bisher aus Meteoreisen noch nicht kennen gelernt hat, und es würde sich wahrscheinlich lohnen, die Untersuchung mit sehr reichlichem Material zu wiederholen.

Die unter VIIIa gegebenen Zahlen können daher nur annähernd die Zusammensetzung des Nickeleisen zum Ausdruck bringen, aber sie zeigen, dass von den älteren

<sup>1)</sup> Eine Controlbestimmung von Dr. Scherer ergab 94.11%.

Analysen wohl nur die von H. Müller mitgetheilten (IX—XI)<sup>1)</sup> sich auf das jetzt allgemein als Zacatecas bezeichnete Meteoreisen beziehen können, während Bergemann (XII—XIII) wahrscheinlich ein anderes Meteoreisen analysirt hat.<sup>2)</sup> Da Letzterer angibt, sein Material von Burkart erhalten zu haben, müssen entweder bei Zacatecas verschiedene Eisen gefunden worden sein, oder es hat eine Verwechslung durch Bergemann stattgefunden; die Annahme zweier gleich fehlerhafter Analysen ist um so weniger wahrscheinlich, als solche fast ausnahmslos einen zu geringen, aber kaum je einen zu hohen Gehalt an Ni + Co geliefert haben. Die Möglichkeit, dass verschiedene Stücke eines Meteoreisen ihrer chemischen Zusammensetzung nach so stark variiren, ist natürlich nicht absolut ausgeschlossen, aber doch wohl so lange ausser Betracht zu lassen, bis ein solcher Fall sicher erwiesen ist.<sup>3)</sup>

Müller hebt noch hervor, dass Mangan, Chrom, Arsen und gebundener Kohlenstoff sich nicht haben nachweisen lassen, und dass der in Salzsäure unlösliche Rückstand aus einem Gemenge von Schreibersit mit einer schwarzen flockigen Materie bestand.

	VI	VII	VIII	VIII <sub>a</sub>	IX	X	XI	XII	XIII
Angew. Subst.	0·7043	0·7681							
Fe . . . . .	92·09		92·09	92·82	89·84	91·30	90·91	85·09	85·42
Ni . . . . .	5·89	6·98	5·98	5·63	5·96	5·82	5·65	9·89	9·73
Co . . . . .	0·91		0·91	0·92	0·62	0·41	0·42	0·67	0·44
Cu . . . . .						Spur		0·03	
Cr . . . . .	0·68	0·80	0·74	0·63					
Mn . . . . .								Spur	
Mg . . . . .						Spur		0·19	
P . . . . .	1·02		1·02			0·25	0·23		
S . . . . .		0·18	0·18		0·13		0·07	0·84	
Si O <sub>2</sub> . . . . .							0·50		
Kohle . . . . .								0·49	
Unlös. Rückst.	0·04		0·04		3·08	2·19	2·72	3·13	1·05
			100·96	100·00	99·63	99·97	100·50	100·33	96·64

Die geringen Abweichungen zwischen den Müller'schen Analysen und der neuen treten noch besser hervor, wenn man alle nur auf den Gehalt von Fe und Ni + Co berechnet; es ergibt sich dann:

	VIII <sub>b</sub>	IX <sub>a</sub>	X <sub>a</sub>	XI <sub>a</sub>
Fe . . . . .	93·41	93·16	93·71	93·82
Ni + Co . . . . .	6·59	6·84	6·29	6·18

Der für ein oktaëdrisches Eisen niedrige Gehalt an Ni + Co erklärt sich dadurch, dass Zacatecas verhältnissmässig arm an Taenit ist.

<sup>1)</sup> Analyse von Mineralien. I. Meteoreisen von Zacatecas in Mexico. Journ. f. prakt. Chemie, 1860, LXXIX, 25.

<sup>2)</sup> Ueber das Meteoreisen von Zacatecas. Pogg. Ann., 1849, LXXVIII, 412 und Untersuchungen von Meteoreisen. Ib., 1857, C, 256.

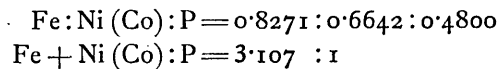
<sup>3)</sup> Auch Mohr, welcher nur eine unvollständige Untersuchung ausgeführt hat, gibt 5·32% Nickel an; den Schreibersitgehalt bestimmte er zu 3·67%. Ueber die Natur und Entstehungsart der Meteorite. Ann. d. Chemie u. Pharm., 1875, CLXXX, 268.

## 5. Rhabdit aus Seeläsgen.

Da die früher von mir veröffentlichte Analyse des Rhabdit aus Seeläsgen<sup>1)</sup> einen geringeren Gehalt an Phosphor ergeben hatte, als die Formel  $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co})_3 \text{P}$  verlangt, so habe ich den damals gebliebenen Rest zu einer Controlanalyse verwandt. Die erhaltenen Zahlen folgen unter I; Ia gibt die Berechnung auf 100 nach Abzug des Rückstandes, II das Resultat der früheren Analyse nach Abzug des Rückstandes und des aus dem Chrom berechneten Daubrélith.

	I	Ia	II
Angew. Subst. . . . .	0·2255		
Rückstand . . . . .	0·94		
Fe . . . . .	46·32	46·22	49·76
Ni . . . . .	38·06	37·98	36·17
Co . . . . .	0·94	0·94	0·46
P . . . . .	14·89	14·86	13·61
Cr . . . . .	0·00		
	101·15	100·00	100·00

Aus Ia folgt:



In Anbetracht der geringen Menge, welche zur Analyse verwandt werden konnte, ist die Uebereinstimmung derselben mit der normalen Formel des Phosphornickeleisen wohl als befriedigend anzusehen. Aus dem Vergleich von Ia und II ergibt sich ferner, dass die einzelnen Rhabdite in Seeläsgen sich ihrem Gehalt an Ni + Co nach nicht wesentlich unterscheiden.

Der in Königswasser unlösliche Rückstand erwies sich als ein Gemenge von Chromit und farblosen Körnern. Unter letzteren herrschen solche vor, welche den Brechungsexponenten des Canadabalsams besitzen, sehr lebhaft Interferenzfarben liefern und keine Andeutung von Spaltbarkeit zeigen; einige grössere Körner mit einem Durchmesser bis zu 0·2 Mm. liessen sich isoliren und erwiesen sich als unlöslich in Phosphorsalz, vollständig löslich in Flussäure, so dass man sie wohl als Quarz deuten kann. Daneben waren Körner vorhanden mit sehr schwacher Doppelbrechung, etwas höherem Brechungsexponenten und Andeutungen von Spaltbarkeit, nach der Art der Begrenzung zu urtheilen.

## 6. Bischtübe, Gouvernement Turgaisk, Russland.

Da Kislakowsky bei der Untersuchung von Bischtübe<sup>2)</sup> Resultate erhalten hat, welche mit den von mir an anderen Meteoriten gewonnenen nicht übereinstimmen,

<sup>1)</sup> Meteoriten-Studien III. Diese Annalen, 1894, IX, 101.

<sup>2)</sup> Ueber den Meteoriten von Turgaisk. Bull. Soc. Impér. des Naturalistes de Moscou, 1890, Nr. 2, 187—199.

erschien es mir wünschenswerth, die Untersuchung zu wiederholen. Es gelang mir, hinreichendes Material von dem verstorbenen J. v. Siemaschko im Tausch zu erwerben.

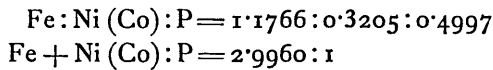
Eine 72·1552 Gr. schwere Platte löste sich im Laufe von 11 Wochen ohne merkliche Schwefelwasserstoffentwicklung unter schwachem Geruch nach Kohlenwasserstoffen in 1 HCl + 20 aq. Das Resultat der Isolirung war:

in Lösung gegangenes Nিকেleisen . . . . .	66·4268 Gr.	92·06%
zackige Stücke . . . . .	2·6961 »	3·74 »
Taenit . . . . .	1·2030 »	1·67 »
Phosphornickeleisen . . . . .	1·4556 »	2·02 »
Kohle . . . . .	0·0675 »	0·09 »
Chromit und Silicatkörner . . . . .	0·0099 »	0·01 »
Unbestimmbarer Rest . . . . .	0·2963 »	0·41 »
	<hr/>	
	72·1552 Gr.	100·00%

Das Phosphornickeleisen besteht zum weitaus grössten Theil aus Schreibersit, daneben aus etwas Rhabdit, dessen Menge aber zu gering war, als dass der Versuch einer Trennung Aussicht auf Erfolg gehabt hätte.

Die von mir ausgeführte Analyse ergab die unter I oder nach Abzug des Rückstandes und Berechnung auf 100 die unter Ia stehenden Zahlen.

	I	Ia	Ib
Angew. Subst.	0·5644		0·241
Rückstand . . . . .	0·07		
P . . . . .	15·58	15·47	8·26
Fe . . . . .	66·19	65·75	60·08
Ni . . . . .	18·47	18·35	31·58
Co . . . . .	0·43	0·43	
	<hr/>		
	100·74	100·00	99·92



Die Zusammensetzung ist also durchaus normal, während Kislakowsky die unter Ib beigefügten Zahlen erhielt. Man muss wohl annehmen, dass sein Material reichlich mit Taenit verwachsen war; dadurch würde sich einerseits der viel höhere Gehalt an Nickel erklären, andererseits, dass der angebliche Schreibersit in Form eines netzförmigen Gewebes erhalten wurde, was meiner Erfahrung nach nie der Fall ist.

Von dem grosse, biegsame Tafeln bildenden Taenit wurde ein Theil zur Bestimmung des Kohlenstoff in Kupferchloridchlorammonium gelöst; es hinterblieb ein sehr bedeutender Rückstand von Schreibersit (16·15%), zum Theil in kleinen Flittern, zum Theil in grösseren Krystallen, von denen einer 5 $\frac{1}{2}$  Mm. lang, 2 dick war, aber nur aus einer dünnen Schale bestand mit einem quadratisch begrenzten, den ganzen Krystall durchsetzenden Hohlraum. Der Taenit erwies sich demnach inniger und sehr viel reichlicher mit Schreibersit verwachsen, als ich es sonst in irgend einem Meteoreisen beobachtet habe. Da die zweite zur Bestimmung der übrigen Bestandtheile benutzte

Portion nur 5.95% Schreibersit enthielt (berechnet aus dem gefundenen Phosphor), so ist der Kohlenstoff zur Einfügung in die Hauptanalyse II *b* umzurechnen. II *c* gibt die Gesamtzusammensetzung, II *d* diejenige des Taenit nach Abzug des Schreibersit.

	II <i>a</i>	II <i>b</i>	II <i>c</i>	II <i>d</i>
Angew. Subst.	0.3697	0.3793		
Fe . . . . .		62.19	62.19	61.89
Ni . . . . .		35.90	35.90	36.95
Co . . . . .		0.35	0.35	0.36
C . . . . .	0.67		0.75	0.80
P . . . . .		0.92	0.92	
Schreibersit .	16.15			
			100.11	100.00

Der Gehalt an Kobalt ist sehr niedrig im Vergleich zum Nickel, derjenige an Kohlenstoff recht hoch. Weinschenk und ich haben früher auf Grund der damals vorliegenden Taenitanalysen hervorgehoben, dass sich vielleicht zwei Gruppen unterscheiden lassen: ein kohlenstoffarmer, nickelreicher, biegsamer Taenit und ein kohlenstoffreicher, nickelärmerer, weniger biegsamer.<sup>1)</sup> Dies ist nach der vorliegenden Analyse insofern unzutreffend, als die etwas verschiedenen physikalischen Eigenschaften nicht mit dem Gehalt an Kohlenstoff und Nickel zusammenzuhängen scheinen.

Die zackigen Stücke sind zu einer chemischen Untersuchung ungeeignet, da sie noch ziemlich reichlich kleine Taenitfitter enthalten.

Unter den Körnern lassen sich die folgenden unterscheiden:

1. Opake in ziemlich reichlicher Menge; nach der Unlöslichkeit in Königswasser dürfte Chromit vorliegen.

2. Farblose, schwach doppelbrechende, zum Theil mit hohem, zum Theil mit niedrigem Brechungsexponenten; sie herrschen der Zahl nach stark vor.

3. Farblose, lebhaft doppelbrechende, nahezu mit dem Brechungsexponenten des Canadabalsams; sie erscheinen quarzähnlich.

4. Farblose, lebhaft doppelbrechende, rundliche oder ganz unregelmässig begrenzte, mit hohem Brechungsexponenten, in der Regel ausserordentlich reich an Einschlüssen, welche meist aus opaken Körnchen, zum Theil vielleicht aus Gasporen bestehen. Der Durchmesser dieser Körner steigt bis auf 0.2 Mm., während die übrigen kaum den vierten Theil der Grösse erreichen. Ihr Antheil an der Zusammensetzung des Rückstandes ist in Folge ihrer Dimensionen nicht unbedeutend, wenn sie auch der Zahl nach besonders gegen die unter 2 erwähnten erheblich zurücktreten.

5. Bläuliche, pleochroitische Krystallfragmente mit fleckiger Farbenvertheilung, schwachen Interferenzfarben und starker Lichtbrechung; an einem säulenförmigen Krystall konnte sehr schiefe Auslöschung und stärkere Absorption senkrecht zur Längsrichtung festgestellt werden.

6. Einige wenige bräunliche, parallel auslöschende, fein gestreifte Krystallfragmente, wahrscheinlich rhombischer Pyroxene.

<sup>1)</sup> Meteoreisen-Studien. Diese Annalen, 1891, VI, 162—163. Vgl. auch E. Cohen: Meteoritenkunde I, 103, Stuttgart 1894.

Die Lösung in verdünnter Salzsäure ergab nach den Analysen von Dr. Scherer und O. Sjöström die unter III oder nach Abzug von Phosphornickeleisen und Berechnung auf 100 die unter IIIa folgende Zusammensetzung. Für die Bestimmung des Kupfer (0.0259%) wurden 11.2925 Gr., für diejenige des Phosphor 5.5356 Gr. angewandt; die Prüfung auf Mangan ergab ein negatives Resultat.

	III	IIIa
Angew. Subst.	0.6643	
Fe . . . . .	93.39	92.72
Ni . . . . .	6.48	6.39
Co . . . . .	0.87	0.86
Cu . . . . .	0.03	0.03
Cr . . . . .	Spur	
P . . . . .	0.05	
	<hr/>	<hr/>
	100.82	100.00

Aus den ermittelten Daten berechnet sich als Gesamtzusammensetzung des Stückes:

	IV
Nickeleisen . . . . .	96.97
Phosphornickeleisen . . . . .	2.52
Kohle . . . . .	0.09
Chromit und Silicatkörner . . . . .	0.01
Unbestimmbarer Rest . . . . .	0.41
	<hr/>
	100.00

oder als chemische Zusammensetzung nach Abzug des unbestimmbaren Restes und unter Annahme von  $6\frac{1}{2}\%$  Ni + Co für die zackigen Stücke mit dem unter III gefundenen Verhältniss von Nickel und Kobalt:

	V
Fe . . . . .	91.52
Ni . . . . .	7.12
Co . . . . .	0.84
P . . . . .	0.39
C . . . . .	0.10
Cu . . . . .	0.02
Körner , . . . .	0.01
	<hr/>
	100.00

Wenn auch diese Zahlen nicht genau richtig sein können, da der unbestimmbare Rest vernachlässigt und die Zusammensetzung der zackigen Stücke nicht ermittelt wurde, so dürften die Fehler doch höchstens die erste Decimale beeinflussen.

Diese Resultate weichen sehr erheblich von denjenigen ab, welche Kislakowsky erhalten hat. Er fand nämlich für den ganzen Meteoriten die unter A, für das Nickелеisen allein die unter B folgende Zusammensetzung:

	A	B	C
Metoreisen . . .	78·25	Fe. . . . 93·10	92·31
Schreibersit. . .	3·85	Ni. . . . 4·82	6·84
Olivin . . . . .	9·88	Co . . . . 2·08	0·85
Anorthit . . . .	8·06		
	100·04	100·00	100·00

Da die von mir untersuchten Stücke, sowie nach freundlicher Mittheilung von Herrn Dr. Brezina auch das im Wiener Hofmuseum vorhandene frei von Silicaten sind (abgesehen von den wohl überall in Meteoreisen vorhandenen Silicat Körnchen), muss Bischtübe von ungleichförmiger Zusammensetzung sein und stellenweise ähnlich wie Copiapo und Netschaëvo Silicatanhäufungen enthalten. Nach Kislakowsky wurden drei Stücke im Gewicht von ca. 33, 17 und 0·205 Kgr. gefunden; letzteres diente Kislakowsky zur Untersuchung, während das von Siemaschko erhaltene Material von einem anderen Stück stammt. Soweit sich jedoch nach der von ersterem gegebenen Abbildung einer geätzten Schnittfläche urtheilen lässt, stimmt die Structur des Meteor-eisen seines Stückes mit derjenigen meiner Platte vollständig überein. Man sollte demnach wenigstens für das Nickeisen eine annähernd gleiche chemische Zusammensetzung erwarten, während der Unterschied zwischen B und C (Berechnung von V auf Eisen, Nickel und Kobalt) nicht unerheblich ist. Da der von Kislakowsky ermittelte Gehalt an Ni + Co für ein oktaëdrisches Eisen mit recht reichlichem Taenit sehr niedrig, der Kobaltgehalt ungewöhnlich hoch ist, so darf man wohl annehmen, dass die Trennung von Eisen und Nickel einerseits, von Nickel und Kobalt andererseits unvollkommen ausgeführt wurde.

Bischtübe gehört zu denjenigen oktaëdrischen Eisen mit groben Lamellen, welche sich durch einen ziemlich hohen Gehalt an Taenit auszeichnen. Die von Brezina gegebene Charakteristik <sup>1)</sup> stimmt in allen wesentlichen Punkten auch auf die in meinem Besitz befindliche Platte; nur fehlt die Umhüllung des Schreibersit durch Wickelkamazit und wäre hinzuzufügen, dass sich mit scharfer Loupe im Kamazit liegende winzige Rhabdite erkennen lassen.

## 7. Cohenit aus Wichita Co.

Die früher von Weinschenk und mir veröffentlichte Analyse des Cohenit aus Wichita Co.<sup>2)</sup> hatte wesentlich andere Resultate geliefert, als diejenige desselben Minerals aus Magura.<sup>3)</sup> Während letztere mit der Formel  $(\text{Fe, Ni, Co})_3 \text{C}$  sehr gut übereinstimmte, entsprach erstere der Zusammensetzung  $(\text{Fe, Ni, Co})_4 \text{C}$ ; auch hatte sich ein beträchtlicher Unterschied im Gehalt von Ni + Co ergeben. Da nun Dafert für den Cohenit aus Bemdego,<sup>4)</sup> Florence wenigstens für einen Theil des Cohenit aus

<sup>1)</sup> Die Meteoritensammlung des k. k. naturhistorischen Hofmuseums am 1. Mai 1895. Diese Annalen, 1896, X, 287.

<sup>2)</sup> E. Cohen und E. Weinschenk: Meteoreisen-Studien. Diese Annalen, 1891, VI, 154.

<sup>3)</sup> E. Weinschenk: Ueber einige Bestandtheile des Meteoreisens von Magura. Diese Annalen, 1889, IV, 94—96.

<sup>4)</sup> E. Cohen: Meteoritenkunde, Heft I, Stuttgart 1894, 117.

Cañon Diablo<sup>1)</sup> die gleiche Zusammensetzung gefunden haben, wie sie Weinschenk früher für Magura ermittelt hatte, so schien mir eine Revision der Analyse des Cohenit aus Wichita Co. wünschenswerth. Die Vermuthung lag nahe, dass das Material nicht rein gewesen, sondern mit Taenit gemengt war; ein Taenitgehalt musste einerseits den Kohlenstoffgehalt erniedrigen, andererseits den Gehalt an Ni + Co erhöhen.

Nach Zerkleinerung der sehr sorgfältig ausgelesenen grösseren Krystalle wurde das grobe Pulver unter einer starken Loupe durchmustert und jedes Stückchen entfernt, welches sich bei der Prüfung mit einer Stahlnadel als ganz oder theilweise ductil erwies. Dabei liess sich an einigen grösseren Blättchen die Anwesenheit von Taenit mit Sicherheit feststellen. Bei der schliesslichen Zerreibung zu feinem Pulver machten sich einige leichte schwarze Flocken bemerkbar; dieselben wurden mit Alkohol abgeschlemmt, was sich leicht ausführen liess, da der übrige Theil des Pulvers sehr schwer war. Diese Flocken dürften kohlige Partikel sein, welche als solche im Cohenit eingewachsen vorkommen.

Da die gewonnene Menge reinen Materials nur zu einer Analyse ausreichte, mussten alle Bestandtheile in der mit Kupferchloridchlorammonium erzielten Lösung bestimmt werden. Dies ist insofern ungünstig, als meiner Erfahrung nach dann die Bestimmung des Eisens zu hoch auszufallen pflegt. Bei der Behandlung mit Kupferchloridchlorammonium ergab sich ein sehr reichlicher Gehalt an Phosphornickeleisen in Form von Blättchen und Flittern (Schreibersit), welches — wenigstens zum weitaus grössten Theil — zusammen mit dem Kohlenstoff ungelöst bleibt. Nach der Bestimmung des letzteren als Kohlensäure wurde der Rückstand im Porzellanschiffchen mit Königswasser gelöst, die Phosphorsäure bestimmt und aus dieser nach der Formel  $Fe_2NiP$  das Phosphornickeleisen berechnet. Bei der Untersuchung der Gesamtlösung darf man nicht versäumen, das ausgefällte Schwefelkupfer aufzulösen und das mit demselben niedergeschlagene Eisen zu gewinnen, dessen Menge recht bedeutend zu sein pflegt. Erwähnt mag noch werden, dass bei der Behandlung eines Cohenit-Krystalls mit Kupferchloridchlorammonium die Gestalt vollständig erhalten bleibt und die kohligen Partikel ein zwar schwammiges, aber recht festes Gerippe bilden.

Eine von Herrn O. Sjöström ausgeführte Analyse lieferte die unter I oder nach Abzug des Phosphornickeleisen die unter Ia folgenden Zahlen. Da der Ueberschuss der Analyse sicherlich ganz oder nahezu ganz auf zu hoher Bestimmung des Eisen beruht, so würde man wohl richtigere Zahlen gewinnen, wenn man letzteres aus der Differenz berechnet, wie dies in II geschehen ist; dadurch wird jedoch das Endresultat nicht wesentlich geändert, wie sich beim Vergleich von II a und Ia ergibt.

	I	Ia	II	IIa
Angew. Subst. . . . .	0·7219			
Fe . . . . .	84·10	90·80	82·92	90·68
Ni . . . . .	2·56	2·37	2·56	2·40
Co . . . . .	0·15	0·16	0·15	0·17
C . . . . .	6·12	6·67	6·12	6·75
P . . . . .	0·20		0·20	
Phosphornickeleisen . . . . .	8·05		8·05	
	101·18	100·00	100·00	100·00

<sup>1)</sup> O. A. Derby: Constituents of the Cañon Diablo meteorite. Am. Journ. of Science, 1895, (3) XLIX, 106.



Das spezifische Gewicht des zur Analyse verwandten Cohenit ist von Herrn Dr. W. Leick zu 7·3236 bei 15  $\frac{1}{2}$ ° C. bestimmt worden.<sup>1)</sup> Zieht man den gefundenen Gehalt an Phosphornickeleisen (9·35%) mit einem spezifischen Gewicht von 7·1939 in Rechnung, so erhöht sich dasselbe auf 7·3371 und auf 7·4126, wenn man die Menge der aus dem Pulver abgeschlemmten Kohle auf  $\frac{1}{4}$ % schätzt, ihr spezifisches Gewicht auf 1·57 (gleich demjenigen reiner Holzkohle). Da diese Schätzung zu hoch sein kann, so wird das spezifische Gewicht des reinen Cohenit aus Wichita zwischen 7·35 und 7·40 liegen.

Zum Vergleich mögen alle jetzt vorliegenden Analysen des Cohenit zusammengestellt werden, und zwar des besseren Vergleichs wegen nach Abzug des Phosphornickeleisen auf 100 berechnet.

1. [65 Fe, 2 (Ni, Co)]<sub>3</sub> C.
2. Bemdego; Dafert. Nach Abzug von 5·68% Phosphornickeleisen.
3. Wichita Co.; O. Sjöström. Nach Abzug von 9·35% Phosphornickeleisen.
4. Magura; Weinschenk. Nach Abzug von 0·65% Phosphornickeleisen.
5. Cañon Diablo; G. Florence. Nach Abzug von 0·69% Phosphornickeleisen; aus einer Schreibersit-Cohenitader.
6. — — Nach Abzug von 3·64% Phosphornickeleisen; isolirte Körner.

	1	2	3	4	5	6
C . . .	6·58	6·73	6·67	6·42	6·10	5·53
Fe . . .	89·84	91·06	90·80	89·81	91·69	94·34
Ni . . .	3·58	2·20	2·37	3·08	2·21	0·13
Co . . .			0·16	0·69		

Die Analysen 2—4 stimmen sehr gut mit der Formel (Fe, Ni, Co)<sub>3</sub> C überein. Der geringere Gehalt an Kohlenstoff in 5 und 6 dürfte sich dadurch erklären, dass der in Kupferchloridchlorammonium unlösliche Rückstand vor der Bestimmung des Kohlenstoff zur Entfernung der beträchtlichen Mengen von Schreibersit mit einem Magneten behandelt wurde; dabei ist ein Verlust an Kohle durch Anhaften feiner Partikel an Schreibersit kaum zu vermeiden. Da übrigens die Analyse 5 immerhin noch am besten mit der Formel (Fe, Ni, Co)<sub>3</sub> C übereinstimmt, so ist man nach den bisher vorliegenden Resultaten berechtigt, für den Cohenit eine constante Zusammensetzung anzunehmen. Niedriger Gehalt an Ni + Co und Auftreten reichlicher Einschlüsse von Phosphornickeleisen sind allen bisher analysirten Coheniten gemeinsam.

## 8. Kohlenstoffeisen aus Ovifak.

Schon vor einigen Jahren habe ich aus dem naturhistorischen Hofmuseum in Wien erhaltene Abfälle und Rostrinde von Ovifak mit verdünnter Salzsäure behandelt (anfänglich mit 1 HCl + 10 aq., zuletzt mit 1 HCl + 6 aq.), um zu prüfen, ob das Ovifakeisen ebenso wie die meteorischen Eisen Phosphornickeleisen enthalte. Letzteres konnte ich nicht nachweisen; dagegen liess sich aus dem beträchtlichen, grösstentheils aus

<sup>1)</sup> E. Cohen: Meteoreisen-Studien IV. Diese Annalen, 1895, X, 91.

Eisenhydroxyd und kohligler Substanz bestehenden Rückstand ein magnetischer Theil isoliren, welcher 0.62% der angewandten Menge ausmachte. Derselbe bestand aus ganz unregelmässig begrenzten, dunkel bronzegelben Partikeln von etwa  $\frac{1}{4}$  bis 1 Millimeter Grösse, welche durch Kupferchloridchlorammonium unter Hinterlassung von reichlichem Kohlenstoff gelöst wurden. Die Farbe war genau gleich derjenigen eines schwach angelaufenen Magnetkies, der Strich grauschwarz. Die erste Analyse fiel ungenügend aus (wie sich später ergab, weil Königswasser zum Auflösen benutzt worden war), und zu einer Wiederholung derselben fehlte mir damals das Material.

Auf meine Bitte übersandte mir Herr v. Nordenskjöld etwa 1 Kilo Rostabfälle, aus denen sich aber die fragliche Substanz nicht isoliren liess; wahrscheinlich hat sich dieselbe gleichzeitig mit dem Nickeleisen oxydirt, obwohl es immerhin möglich ist, dass sie in dem grossen, im Stockholmer Reichsmuseum aufbewahrten Blocke nicht vorhanden ist, dagegen in anderen Ovifaker Blöcken vorkommt.

Später erhielt ich von Herrn Prof. Derby in São Paulo einen Rückstand zugesandt, welchen derselbe durch Behandlung eines Stückes des Ovifakeisens mit verdünnter Salzsäure gewonnen hatte. Dieser Rückstand erwies sich als vollständig identisch mit dem früher von mir isolirten (auch die Grösse der ganz unregelmässig gestalteten Stückchen ist die gleiche), so dass ich in der Lage war, die chemische Untersuchung durch Herrn O. Sjöström wiederholen zu lassen.

Zur Bestimmung von Eisen, Nickel, Kobalt und Phosphor wurde ein Theil zuerst mit Salpetersäure behandelt; es bildeten sich jedoch in grösserer Menge tiefroth gefärbte Flocken (wahrscheinlich Verbindungen von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff), welche sich auch mit Königswasser nicht in Lösung bringen liessen, so dass eine zweite Portion in Salzsäure gelöst werden musste. Dabei zeigte sich ein petroleumartiger Geruch; die sich ausscheidende Kohle wurde verbrannt, der Rückstand gelöst und der übrigen Lösung hinzugefügt, welche die unter I folgenden Zahlen lieferte.

Zur Bestimmung des Kohlenstoff wurden zuerst die ganzen isolirten Stückchen mit Kupferchloridchlorammonium behandelt, wobei der Kohlenstoff als schwammiges Gerippe von der ursprünglichen Gestalt der Stücke zurückblieb. Die Verbrennung ergab einen Gehalt von 7.32%.<sup>1)</sup> Da wir inzwischen bei der Untersuchung des Cohenit aus Wichita die Erfahrung gemacht hatten, dass sich aus dem Pulver kohlige Partikel mit Alkohol abschleppen lassen, lag die Vermuthung nahe, es könne dies auch bei dem Kohlenstoffeisen aus Ovifak der Fall sein. Bei der Prüfung einer neuen, fein gepulverten Portion zeigte sich thatsächlich ein analoges Verhalten; nur ergab sich insofern ein Unterschied, als die aus dem Cohenit von Wichita abschleppbaren Partikel aus grösseren und coherenteren, schwarzen kohligen Klümpchen bestanden hatten, während das gepulverte Kohlenstoffeisen aus Ovifak lockere, dunkelbraune, humusartig aussehende Flocken lieferte, und zwar in recht erheblicher Menge. Dieselben erwiesen sich in Alkohol und Aether so gut wie unlöslich und färbten Kalilauge nur schwach bräunlich, so dass im Wesentlichen kohlige Partikel von sehr feiner, flockiger Beschaffenheit vorzuliegen scheinen. Auch die bei der Behandlung des feinen, durch Schlämmen gereinigten Pulvers mit Kupferchloridchlorammonium sich ausscheidende Kohle ist sehr viel feiner, als diejenige, welche der Cohenit aus Wichita unter genau den gleichen Bedingungen liefert, und liess sich trotz wiederholter Filtration nicht ganz

<sup>1)</sup> Bei der erwähnten ersten, ungenügend ausgefallenen Analyse hatte die Kohlenstoffbestimmung 7.69% ergeben.

gewinnen.<sup>1)</sup> Da ausser Kohle noch ein schwerer metallischer Rückstand übrig blieb, wurde zur Filtration ein Gooch'scher Tiegel benutzt,<sup>2)</sup> Kohle + Rückstand gewogen und letzterer aus der Differenz berechnet. Die metallischen Flitter (4·83%) ergaben bei der qualitativen Prüfung einen merklichen Gehalt an Phosphor, so dass wahrscheinlich Ovifak eine schreibersitartige Verbindung in geringer Menge enthält, wofür auch der in Analyse I gefundene Phosphorgehalt spricht. Der Rest dürfte aus unzersetzter Substanz bestanden haben, da bei der ersten Behandlung mit Kupferchloridchlorammonium nur ein geringfügiger Rückstand beobachtet worden war. Aus der zweiten Kohlenstoffbestimmung (5·82%) und der früheren (7·32%) berechnen sich die abschlämmbaren kohligen Partikel zu 1·50%. Zieht man letztere ab, sowie den aus dem Phosphor sich ergebenden Schreibersit, so erhält man für das Kohlenstoffeisen die unter III folgenden Zahlen.

	I	II	III
Angew. Subst. . . . .	0·6414	0·9707	
Fe . . . . .	91·42		92·73
Ni . . . . .	1·13		0·95
Co . . . . .	0·38		0·39
Cu . . . . .	Spur		
P . . . . .	0·10		
C . . . . .		5·82	5·93
Abschlämmbare Kohle		1·50	
		100·35	100·00

Obwohl der gefundene Kohlenstoff nicht ganz der Formel  $(\text{Fe, Ni, Co})_3\text{C}$  genügt, dürfte das Kohlenstoffeisen aus Ovifak doch identisch mit dem Cohenit aus Meteor-eisen sein, da bei der Filtration, wie oben schon angegeben wurde, ein Verlust stattgefunden hat. Bemerkenswerth ist auch die Uebereinstimmung im niedrigen Gehalt an Ni + Co und in der Farbe. Während aber der Cohenit im Meteor-eisen — wenigstens in Magura und Wichita — in säulenförmigen Krystallen von nicht unbeträchtlicher Grösse auftritt, bildet er im Ovifakeisen Partikel von ganz unregelmässiger Gestalt und geringer Grösse.

## Resultate.

1. Die schon von Lawrence Smith geäusserte Ansicht, dass alle Meteor-eisen neben Nickel Kobalt enthalten, findet mit jeder Revision solcher Eisen, welche früher als kobaltfrei angegeben worden sind, eine weitere Bestätigung.

<sup>1)</sup> Der durch die Filter gegangene Kohlenstoff war so fein vertheilt, dass er sich erst beim Auflösen des zur Prüfung auf Phosphor ausgefallten Eisenoxyd bemerkbar machte. In Folge der Beimengung von Filterfasern liess er sich nicht nachträglich bestimmen.

<sup>2)</sup> Die Behandlung des Gooch'schen Tiegels geschah nach den Vorschriften von Th. Paul (Zur quantitativen Bestimmung des Antimons und über den Gooch'schen Tiegel. Zeitschr. f. analytische Chemie, 1892, XXXI, 541—543.

2. Die oktaëdrischen Eisen mit feinen Lamellen scheinen nicht nur structurell, sondern auch ihrer chemischen Zusammensetzung nach eine gut begrenzte Gruppe zu bilden mit etwa 8 bis 11% Ni + Co.

3. Chesterville verhält sich nach chemischer Zusammensetzung, specifischem Gewicht und Structur wie normaler körniger Kamazit. Für die von Brezina den hexaëdrischen Eisen eingereihte Chestervillegruppe und für dessen Ataxite dürfte sich vielleicht eine andere Gruppierung als die jetzt übliche empfehlen; doch sind die hierher gehörigen Meteoreisen noch nicht genügend untersucht, um schon ein abschliessendes Urtheil zu gestatten.

4. Von den älteren Analysen scheinen sich nur die von Müller ausgeführten auf dasjenige Eisen zu beziehen, welches jetzt allgemein als Zacatecas bezeichnet wird. Der Schreibersit entspricht der Formel  $(\text{Fe, Ni})_3 \text{P}$ . Zacatecas enthält wahrscheinlich Verbindungen, die bisher noch nicht aus Meteoreisen bekannt sind; dafür spricht besonders der hohe Gehalt an Kupfer und Nickel im nicht magnetischen Theil des in verdünnter Salzsäure unlöslichen Rückstandes. Eine erneute Untersuchung mit reichlichem Material erscheint wünschenswerth.

5. Der Cohenit kann mit Taenit und kohligen Partikeln innig durchwachsen sein, so dass das Material zur Analyse nach der Zerkleinerung sorgfältig zu durchmustern ist. Nach den vorliegenden Analysen ist die Zusammensetzung constant und entspricht der Formel  $(\text{Fe, Ni, Co})_3 \text{C}$ ; die ältere abweichende Analyse der Krystalle aus Wichita erklärt sich durch Beimengung von Taenit. Charakteristische Eigenschaften des Cohenit sind reichliche Einschlüsse von Phosphornickeleisen in der Form des Schreibersit, niedriger Gehalt an Ni + Co, Löslichkeit in concentrirter Salzsäure unter Zurücklassung von etwas Kohle. Bei der Behandlung mit Salpetersäure entsteht eine rothbraune, flockige Substanz, die sich selbst mit Königswasser nicht vollständig oxydiren lässt; es ist wohl derselbe Körper, welchen nach Osmond und Werth das Eisencarbid aus Stahl mit Salpetersäure liefert.<sup>1)</sup>

6. Im tellurischen Eisen von Ovifak kommt ein Kohlenstoffeisen vor, welches höchst wahrscheinlich identisch mit dem Cohenit der Meteoreisen ist.

Nach den Untersuchungen von Mylius, Förster und Schöne, welche mir erst nach Abschluss der vorliegenden Arbeit bekannt geworden sind, hat das Eisencarbid des geglühten Stahls die gleiche Zusammensetzung wie der Cohenit, wenn man von dem Gehalt des letzteren an Nickel und Kobalt absieht. Dieses Eisencarbid soll sich nur dann vollständig in concentrirter Salzsäure auflösen, wenn es bei Luftabschluss isolirt worden ist, unter Luftzutritt dagegen ziemlich leicht in Kohle und kohlenstoffarmes Eisen zerfallen.<sup>2)</sup> Es würde sich daher in Zukunft empfehlen, die Isolirung des Cohenit bei Luftabschluss auszuführen und sich dazu des von den genannten Autoren vorgeschlagenen Apparates zu bedienen. Die grossen compacten Krystalle des Cohenit aus Magura und Wichita werden bei der Isolirung kaum eine irgendwie in Betracht kommende Veränderung erlitten haben; dafür spricht einerseits die physikalische Beschaffenheit der Krystalle, andererseits der mit der Formel  $(\text{Fe, Ni, Co})_3 \text{C}$  gut übereinstimmende Kohlenstoffgehalt. Bei den kleinen, unregelmässig begrenzten Partikeln aus Ovifak könnte aber wohl ein theilweiser Zerfall eingetreten sein und den etwas zu niedrigen Gehalt an Kohlenstoff bedingen.

<sup>1)</sup> Vgl. A. Ledebur: Einige neuere Untersuchungen und Theorien über die Formen des Kohlenstoffs im Eisen und Stahl. Stahl und Eisen, 1886, VI, Nr. 6, 376.

<sup>2)</sup> Untersuchungen über den Stahl. I. Das Karbid des geglühten Stahls. Zeitschr. f. anorg. Chemie, 1896, XIII, 38—58.

Es bedarf wohl kaum einer besonderen Hervorhebung, dass die gleiche Zusammensetzung des Cohenit im Meteoreisen, sowie im terrestrischen Eisen von Ovifak und des Eisencarbid aus geglühtem Stahl (gewöhnliche Carbidkohle Ledebur, Krystalleisen Wedding, Cementkohle älterer Autoren) eine weitere interessante Beziehung ist zwischen Meteoreisen, terrestrischem Nickeisen und künstlichem Eisen.

7. Der Rhabdit aus Seeläsgen, dessen frühere Analyse zu wenig Phosphor ergeben hatte, stimmt nach der Controlanalyse mit der Formel  $(\text{Fe, Ni, Co})_3 \text{P}$  überein.

8. Sowohl der Schreibersit, als auch das Nickeisen aus Bischtübe besitzen eine normale Zusammensetzung, während Kislakowsky abweichende Resultate erhielt. Da das von mir untersuchte Stück im wesentlichen frei von Silicaten ist, Kislakowsky 17.94% Olivin und Anorthit fand, so scheint Bischtübe zu denjenigen seltenen Meteoreisen zu gehören, welche stellenweise reich an Silicaten sind.