Chemische Untersuchung des Meteoreisens von S. Julião de Moreira, Portugal, sowie einiger anderen hexaëdrischen Eisen.

Von

E. Cohen in Greifswald.

Herrn Dr. BEN-SAUDE in Lissabon verdanke ich isolirte Partien der verschiedenen Bestandtheile des Meteoreisens von S. Julião de Moreira bei Ponte de Lima, Minho, Portugal, welches von ihm vor kurzem eingehend beschrieben worden ist¹. Seinem Wunsche gemäss habe ich das übersandte Material zu einer chemischen Untersuchung verwandt, deren Resultate im folgenden zur Mittheilung gelangen mögen:

1. Nickeleisen. Da die von Herrn VON BONHORST ausgeführte Analyse nur 98% ergeben hat und einen für hexaëdrische Eisen sehr hohen Gehalt an Nickel aufweist, erschien mir eine erneute Untersuchung des Nickeleisens wünschenswerth. 1.0339 gr. lösten sich in schwach erwärmter, stark verdünnter Salzsäure bis auf einen geringen Rückstand, wobei sich keine Spur von Schwefelwasserstoff oder durch den Geruch wahrnehmbarer Kohlenwasserstoffe entwickelte. Nach Abscheidung des Kupfers mit Schwefelwasserstoff wurde das Eisen durch doppelte Fällung mit essigsauerm Natrium von Nickel und Kobalt getrennt und aus der salzsauren Lösung

¹ A. BEN-SAUDE: Note sur une météorite ferrique trouvée à S. Julião de Moreira près de Ponte de Lima (Portugal). 12 S. mit 2 Tafeln. (Communications de la Commission des Travaux Géologiques II. 1888. Vergl. dies. Jahrb. 1889. I. - 371 -.)

mit Ammoniak gefällt; die Trennung von Nickel und Kobalt geschah mit salpetrigsaurem Kalium. Nach dem Wägen wurde das Eisen noch einmal in Salzsäure gelöst, das gefällte Eisenhydroxyd mit Schwefelammonium behandelt und im Filtrat die Phosphorsäure bestimmt¹.

Das Resultat der Analyse folgt unter I; Ia gibt die Zusammensetzung auf 100 berechnet nach Abzug des direct gewogenen und des aus dem Phosphorgehalt berechneten Schreibersit, II die Analyse des Herrn von BONHORST, IIa dieselbe nach Abzug des Schreibersit.

	I.	Ia.	II.	IIa.
Schreibersit	0.05	—	—	—
Phosphor	0.05	—	0.26	—
Eisen	93.19	92.92	89.39	91.67
Nickel	6.02	5.98	} 8.27	8.33
Kobalt	1.02	1.01		
Kupfer	0.09	0.09	Spur	—
	100.42	100.00	97.92	100.00

Die gleiche oder wenigstens eine sehr ähnliche Zusammensetzung, wie die von mir ermittelte, zeigen einige andere hexaëdrische Eisen, welche zum Vergleich hier folgen mögen. Die zweite Reihe gibt die auf 100 reducirten Zahlen für Eisen und Nickel + Kobalt nach Abzug des aus dem Phosphorgehalt berechneten Schreibersit (nach der Formel Fe_2NiPh).

1. Coahuila, Mexico. L. SMITH: The Coahuila meteoric irons of 1868, Mexico. (The American Journal 1869. (2). XLVII. 383—385.)

2. S. Julião de Moreira, Portugal.

3. Dakota, U. S. CH. T. JACKSON: Meteoric iron from Dakota Territory. (The American Journal 1863. (2). XXXVI. 259—261.)

4. Lick Creek, Davidson Co, Nord-Carolina, U. S. L. SMITH und J. B. MACKINTOSH in W. E. HIDDEN: A new meteoric iron from North-Carolina. (The American Journal 1880. (3). XX. 324—326.)

5. Nenntmannsdorf, Sachsen. F. E. GEINITZ: Das Nenntmannsdorfer Meteoreisen im Dresdener Museum. (Dies. Jahrb. 1876. 608—612.)

6. Braunau, Böhmen. A. DUFLOS und N. W. FISCHER: Analyse des Braunauer Meteoreisens. (Annalen d. Physik u. Chemie 1847. LXXII. 475—480.)

¹ Mehrfache Versuche hatten ergeben, dass ein auf diese Weise abgeschiedenes Eisen frei von Nickel, letzteres frei von Phosphorsäure ist.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eisen	92.95	93.19	91.73	93.00	93.04	91.88
Nickel	6.62	6.02	} 6.80	5.74	} 6.16	5.52
Kobalt	0.48	1.02		0.52		0.53
Kupfer	Spur	0.09	—	Spur	—	—
Phosphor etc.	0.02	0.10 ¹	0.07 ²	0.36	0.22	2.07 ³
	100.07	100.42	98.60	99.62	99.42	100.00
Eisen	92.90	93.00	93.10	93.69	93.79	93.82
Nickel + Kobalt	7.10	7.00	6.90	6.31	6.21	6.18

Die geringen Differenzen obiger Zahlen legen die Vermuthung nahe, dass die hexaëdrischen Eisen mit Zwillingslamellen, welche structurell eine so scharf begrenzte Gruppe bilden, auch ihrer chemischen Zusammensetzung nach nahezu übereinstimmen, und dass die abweichenden Resultate, welche die Untersuchungen anderer Eisen derselben Gruppe ergeben haben⁴, etwa auf fehlerhafte Analysen oder auf Mängel der angewandten Methoden zurückzuführen sind. Da die hexaëdrischen Eisen lediglich aus demjenigen Nickeleisen zu bestehen scheinen, welches sich in der Form von Kamazit an dem Aufbau der oktaëdrischen Eisen betheiligt, so kann man die Zusammensetzung jener, falls obige Vermuthung richtig ist, direct für diejenige des Kamazit annehmen, welchem demnach ein Gehalt von 6—7% Nickel + Kobalt zukommen würde.

2. Rostrinde. Da sich aus der reichlichen Entwicklung von Wasserstoff bei der Behandlung der Rostrinde mit mässig verdünnter kalter Salzsäure eine starke Beimengung von Nickeleisen ergab, so habe ich von der Durchführung einer vollständigen Analyse abgesehen und nur die Hauptbestandtheile quantitativ bestimmt. Beim Auflösen in Salzsäure zeigten sich Spuren von Schwefelwasserstoff; das Pulver im Kölbchen erhitzt, lieferte reichlich Wasser; die Anwesenheit von Kobalt und Chlor wurde qualitativ nachgewiesen; auf Kupfer ist nicht geprüft worden. Die Bestimmungen ergaben:

¹ Ph und Schreibersit.

² Ph 0.01; Sn 0.06.

³ Cu, Mn, As, Ca, Mg, Si, C, Cl, S.

⁴ Lime Creek, Cañada de Hierro, Pittsburg, Auburn, Ft. Duncan, Allen Co.

Unlöslicher Rückstand	3.34	} Schreibersit 2.40 Quarzkörner 0.94
Eisenoxyd	88.21	
Nickeloxyd + Kobaltoxyd	8.49	
Phosphorsäure	2.11	
Schwefelsäure	0.00	

Nach dem Resultat der chemischen Untersuchung erscheint die Rinde als ein Gemenge von Nickeleisen und Schreibersit mit deren Zersetzungsproducten. Unter letzteren müssen diejenigen des Schreibersit sehr reichlich vertreten sein, da der Gehalt an Phosphorsäure ein auffallend hoher ist. Der Quarz dürfte von aussen in die Rostrinde gelangt sein, falls nicht die von BEN-SAUDE erwähnten tridymitähnlichen Fragmente vorliegen, wofür allerdings die kräftigen Interferenzfarben der Körnchen nicht sprechen. Bei dem Reichthum des Meteor-eisens an Troilit hatte ich in der Rinde auch basische Eisenoxydsulfate erwartet; doch waren nicht einmal Spuren von Schwefelsäure nachweisbar.

3. Troilit. Das von Herrn Dr. BEN-SAUDE mir gesandte Schwefeleisen erwies sich bei näherer Prüfung auf das innigste verwachsen und durchwachsen mit reichlichen Zersetzungsproducten, und alle Versuche, reines Material zu gewinnen, führten zu keinem befriedigenden Resultat. Es musste daher ein indirecter Weg eingeschlagen werden, die Zusammensetzung zu ermitteln.

Zu diesem Zweck wurde ein Theil (0.3625 gr.) mit Salpetersäure oxydirt und Schwefelsäure sowie Eisenoxyd in der Lösung bestimmt¹. Es wurden erhalten: 92.22 % Eisenoxyd und 21.89 % Schwefel. Aus diesen Zahlen berechnet sich unter der Annahme, dass Einfach-Schwefeleisen vorliegt, ein Gemenge von 60.14 % Troilit und 37.58 % Eisenoxyd.

Ein zweiter Theil (0,4689 gr.) wurde in einem geeigneten Apparat mit Salzsäure behandelt und der sich entwickelnde Schwefelwasserstoff in eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Silber geleitet; dabei fand eine starke Ausscheidung von Schwefel statt. Aus dem gewogenen Silber berechnete sich der in Form von Schwefelwasserstoff aufgefangene Schwefel zu 14.40 %. Da Eisenchlorid durch Schwefel-

¹ Eine geringe Menge kleiner doppelbrechender Splitter blieb ungelöst zurück (0.43 Proc.).

wasserstoff unter Ausscheidung von Schwefel reducirt wird ($\text{Fe}_2\text{Cl}_6 + \text{H}_2\text{S} = 2\text{FeCl}_2 + 2\text{HCl} + \text{S}$), so muss sich aus der Differenz der ersten und zweiten Schwefelbestimmung die Menge des vorhandenen Eisenoxyds berechnen lassen. 7.49% ausgeschiedenen Schwefels entsprechen 37.39% Eisenoxyd, also fast genau der gleichen Menge, welche oben gefunden wurde (37.58%)¹.

Darnach wäre zu schliessen, dass das Schwefeleisen in der That Troilit ist, wie bei der Berechnung angenommen worden ist.

4. Schreibersit. Der übersandte Schreibersit konnte ebenfalls nicht direct zur Analyse verwandt werden, sondern bedurfte zuvor einer weiteren Isolirung. Zu diesem Zweck wurde derselbe gröblich zerkleinert und mit kalter verdünnter Salzsäure (1 Th. conc. Salzsäure und 1 Th. Wasser) so lange behandelt, bis die Säure sich nicht mehr färbte. Vorprüfungen hatten ergeben, dass durch kalte Salzsäure von der angegebenen Concentration Schreibersit nicht merklich angegriffen wird². Fast genau die Hälfte der angewandten Substanz (50.31%) ging in Lösung und letztere enthielt:

Phosphorsäure	4.88
Eisenoxyd	86.91
Nickeloxyd und Kobaltoxyd . . .	5.28

Aus dem Gehalt an Phosphorsäure geht hervor, dass die mit dem Schreibersit verwachsenen rostbraunen Partien zum Theil jedenfalls durch die Zersetzung desselben entstanden sind, wie auch schon von BEN-SAUDE angenommen worden ist. Der Wassergehalt dieser Zersetzungsproducte ist jedenfalls ein höherer, als sich aus dem Verlust von 3% in obiger Analyse berechnet, da Eisenoxydul neben Eisenoxyd vorhanden war, vielleicht auch etwas Nickeleisen.

Die kleinen übrig gebliebenen Krystallfragmente zeigten genau die bronzegelbe Farbe des Magnetkies und schienen mit scharfer Lupe durchmustert von durchaus gleichartiger

¹ Es wurden die folgenden Atomgewichte benutzt: S = 31.98; Ag = 107.66; Fe = 55.88; O = 15.96.

² In der Wärme wirkt verdünnte Salzsäure zwar sehr langsam, aber doch merklich ein. Dadurch erklärt es sich, dass selbst bei sehr vorsichtiger Behandlung von Meteoreisen mit verdünnter Salzsäure stets etwas Schreibersit in Lösung geht.

Beschaffenheit zu sein¹. Nach 24stündiger Behandlung mit kalter verdünnter Salpetersäure (1 Theil gewöhnliche Salpetersäure und 1 Theil Wasser) war etwas Schreibersit in Lösung gegangen (ca. 6%), und die Farbe des letzteren erschien jetzt stahlgrau mit schwachem Stich ins Grünliche; beim Liegen an der Luft nahmen jedoch die Fragmente sehr bald wieder die vorherige bronzegelbe Farbe an. Letztere ist also eine Anlauffarbe, und dadurch erklärt sich wohl zum Theil wenigstens, dass die Farbe des Schreibersit in der Literatur so verschieden angegeben wird und auf polirten und geätzten Flächen so verschieden erscheint.

Von den sehr stark magnetischen, spröden und, wie es scheint, muschlig brechenden, nicht spaltbaren Krystallfragmenten wurde etwa je die Hälfte gesondert fein gerieben und nach abweichenden Methoden analysirt. Das Pulver war dunkelgrau mit Stich ins Grünliche.

Bei der einen Analyse (I) wurde der Schreibersit (0.6137 gr.) in warmer Salpetersäure gelöst, letztere durch Salzsäure ersetzt, die Phosphorsäure durch Behandlung des Ammoniak-Niederschlags mit Schwefelammonium von den Metallen getrennt und das Eisen durch doppelte Fällung mit essigsaurem Natrium abgeschieden. Die Bestimmung von Nickel und Kobalt verunglückte.

Bei der zweiten Analyse (II) wurde das Pulver (0.4499 gr.) mit Soda und Salpeter geschmolzen, die Phosphorsäure in der wässrigen Lösung bestimmt², Eisen wie oben mit essigsaurem Natrium gefällt, Nickel und Kobalt mit salpetrigsaurem Kalium getrennt.

	I.	II.	Mittel	III.
Phosphor	15.62	15.86	15.74	15.48
Eisen	69.78	69.30	69.54	69.87
Nickel	} 14.60 ³	13.81	} 14.86	14.65
Kobalt		1.31		
	100.00	100.28	100.14	100.00

¹ Da eine Probe nach längerer Digestion mit concentrirter Salpetersäure keine Reaction auf Schwefelsäure lieferte, so ist damit die vollständige Abwesenheit von Troilit erwiesen, der sich in kleinen Fragmenten weder durch Färbung noch durch magnetisches Verhalten vom Schreibersit unterscheiden lässt.

² Hierbei ergab sich vollständige Abwesenheit von Magnesium.

³ Aus der Differenz bestimmt.

Da die beiden Analysen, zu denen je verschiedene Kryställchen resp. Krystallfragmente verwandt wurden, gut übereinstimmende Resultate geliefert haben, so folgt daraus jedenfalls, dass die Schreibersitindividuen in dem vorliegenden Meteoreisen von constanter Zusammensetzung sind. Bemerkenswerth erscheint der hohe Gehalt an Kobalt, welches bisher nur von BERZELIUS (Spur), MEUNIER (Spur), L. SMITH (0.28 %) und WICHELHAUS (1.65 %) im Schreibersit aus den Meteoreisen von Medwedewa, Toluca, Knoxville und Sa. Rosa angegeben worden ist; doch mögen die übrigen Analytiker auf Kobalt nicht geprüft haben. Die gefundene Zusammensetzung entspricht sehr befriedigend der Formel $\text{Fe}_3(\text{Ni}, \text{Co})\text{Ph}_2$, welche die oben unter III. beigefügten Zahlen verlangen würde.

Es ist öfters die Ansicht ausgesprochen worden, dass Schreibersit keine Verbindung von constantem Mischungsverhältniss sei, und in der That ist auch der bisher ermittelte Gehalt an Phosphor, Nickel und Eisen ein sehr wechselnder, wie aus der folgenden Zusammenstellung aller mir bekannt gewordenen Analysen hervorgeht¹. Dieselben sind nach dem Phosphorgehalt geordnet und zum besseren Vergleich noch einmal angeführt unter alleiniger Berücksichtigung der gefundenen Mengen von Eisen, Nickel + Kobalt und Phosphor, sowie auf 100 reducirt.

1. Schwetz, Provinz Preussen. C. RAMMELSBURG: Über das Meteoreisen von Schwetz an der Weichsel. (Ann. d. Physik u. Chemie 1851. LXXXIV. 153—154.) Ohne deutlich krystallinische Beschaffenheit.

2. Medwedewa, Sibirien (Pallaseisen). J. J. BERZELIUS: Über Meteorsteine. (Ann. d. Physik u. Chemie 1834. XXXIII. 130—132.) Krystallinisch; von der Farbe des Meteoreisens; in Salzsäure unlöslich; Spur von Zinn, Kupfer und Kobalt.

3. Santa Rosa, Coahuila, Mexiko. H. WICHELHAUS: Analyse des Meteoreisens von der Hacienda Santa Rosa in Mexiko. (Ann. d. Physik u. Chemie 1863. CXVIII. 631—633.) Glänzende Nadeln.

¹ Das von EBERHARD aus dem Meteorstein von Sewrjukowo angegebene Phosphornickeleisen mit 87.6 Fe, 11.4 Ni, 0.6 Co, 0.4 Ph wurde nicht mit aufgenommen, da man eine solche Verbindung doch wohl kaum hierher rechnen kann (Arch. f. d. Naturk. Liv-, Est- und Kurlands 1882. IX). Desgleichen wurden die unvollständigen Analysen von B. SILLIMAN jr. und T. S. HUNT, welche sich auf die Meteoreisen von Cross Timbers und Cambria beziehen, nicht berücksichtigt (The American Journal 1846. (2). II. 370—376).

4. Cranbourne, Victoria, Australien. W. FLIGHT: The Siderites of Cranbourne, near Melbourne, Australia. (Philos. Trans. of the R. Soc. 1882. 892.) Grosser messinggelber Krystall mit deutlicher basischer Spaltbarkeit, beim Erhitzen dunkelbraun werdend; in Salzsäure oder Salpetersäure nach langem Kochen langsam löslich.

5. S. Julião de Moreira, Portugal. Sehr spröde; muschliger Bruch; stark magnetisch; Härte 6.

6. Toluca, Mexiko. St. MEUNIER: Recherches sur la composition et la structure des météorites. (Ann. de chimie et de physique 1869 (4). XVII. 45.) Mikroskopische Schuppen; mattweiss, zuweilen mit gelblichem Schimmer; magnetisch; kalte Salzsäure ohne Einwirkung, warme löst langsam auf.

7. Knoxville, Tazewell Co., Tennessee. L. SMITH: Meteoric iron from Tazewell County, East Tennessee. (The American Journal 1855. (2). XIX. 156—159; vgl. auch ibidem 1854. (2). XVIII. 380.) Von der Farbe des Magnetkies, zuweilen mit Stich ins Grünliche; muschliger Bruch; sehr stark magnetisch und selber zum Magnet werdend; Salzsäure sehr langsam einwirkend; Härte 6.

8. Bohumilitz, Böhmen. J. J. BERZELIUS: Untersuchung einer bei Bohumilitz in Böhmen gefundenen Masse. (Ann. d. Physik u. Chemie 1833. XVII. 128—132.) Schüppchen von fast goldgelber Farbe; magnetisch.

9. Elbogen, Böhmen. J. J. BERZELIUS: Über Meteorsteine l. c. 137. Gleich dem Schreibersit aus den Meteoriten von Medwedewa und Bohumilitz.

10. Cranbourne, Victoria, Australien. W. FLIGHT: l. c. Sehr sprödes, stark magnetisches, grobes Pulver.

11. Cranbourne, Victoria, Australien. W. FLIGHT: l. c. 891. Scheinbar quadratische Prismen, welche für identisch mit dem Rhabdit G. ROSE gehalten werden; sehr spröde; stark magnetisch; von Salzsäure nicht angreifbar¹.

12. Braunau, Böhmen. N. W. FISCHER: Schluss der Untersuchung des Braunauer Meteoritens. (Ann. d. Physik u. Chemie 1848. LXXIII. 590—594.) Sehr dünne, grauweisse, stark glänzende, spröde, kräftig magnetische Blättchen, von denen einige deutlich die Form einer länglichen rechtwinkligen Tafel zeigten.

13. Cranbourne, Victoria, Australien. W. FLIGHT: l. c. 893. Anscheinend quadratische Prismen mit schwarzem, mattem, viereckigem Centrum; gute basische Spaltung.

14. Misteca, Oaxaca, Mexiko. BERGEMANN: Untersuchungen von Meteoriten. (Ann. d. Physik u. Chemie 1857. C. 245—260; vgl. auch: Journ. f. prakt. Chemie 1857. LXXI. 56—61.) Glänzende, magnetische Flitter, aber nicht gelblich, wie sonst der Schreibersit.

15. Rittersgrün, Sachsen. CL. WINKLER: Die Untersuchung des Eisenmeteorits von Rittersgrün. (Nova Acta d. Kais. Leop.-Carol.-Deut-

¹ Eisen und Nickel sind in der Originalarbeit vertauscht. FLIGHT hat dies später corrigirt (A chapter in the history of meteorites. London 1887. 181). Vgl. auch dies. Jahrb. 1884. I. -35-.

schen Akad. d. Naturf. 1878. XL. No. 8. 354.) Feines, röthlichgraues, metallisches Pulver; weder durch heisse Salzsäure noch durch heisse Salpetersäure merklich angreifbar.

16. Sierra di Deesa, Chile. ST. MEUNIER: *Météorites* 68. (*Encyclopédie Chimique*. T. II. Appendice 2me cahier. Paris 1884.)

17. Zacatecas, Mexiko. H. MÜLLER: *Meteoreisen von Zacatecas in Mexiko*¹. (*Journ. f. prakt. Chemie* 1860. LXXIX. 23—26; *Orig.-Arb.*: *Quart. Journ. of the Chem. Soc.* XI. 236.) Glänzender, in verdünnter Salzsäure unlöslicher Rückstand.

18. Sierra di Deesa, Chile. DOMEYKO: Vgl. DAUBRÉE: *Fer de la Cordillère de Deesa*. (*Comptes rendus* 1868. LXVI. 572.)

19. Seeläsgen, Brandenburg, Preussen. C. RAMMELSBERG: *Über die chemische Zusammensetzung des Meteoreisens von Seeläsgen*. (*Ann. d. Physik u. Chemie* 1849. LXXIV. 443—448.) Feine silberweisse, glänzende, stark magnetische Nadeln, vielleicht mit etwas Nickeleisen gemengt (nach dem Schwefelgehalt auch wohl mit Troilit). Es wurden diejenigen Zahlen gewählt, welche RAMMELSBERG selber im *Handbuch der Mineralchemie*, Leipzig 1860. 947 angibt; sie weichen von denjenigen der Originalarbeit etwas ab.

20. Magura, Arvaer Comitát, Ungarn. PATERA: *Berichte über die Mitth. v. Freunden d. Naturwiss. in Wien*, ges. von W. HAIDINGER. 1848. III. 70. Biegsame, stark magnetische, metallisch weisse Blättchen und Körner; Härte 6.5.

21. Bustee bei Goruckpur, Ostindien. N. STORY-MASKELYNE: *On the mineral constituents of meteorites*. (*Philos. Trans.* 1870. CLX. 211.)

22. Magura, Arvaer Comitát, Ungarn. BERGEMANN: l. c. Gelblichgraue, glänzende Schuppen und graue glänzende Blättchen, beide magnetisch, blättrig und elastisch, sowie in verdünnten Säuren unlöslich.

23. Ocatitlan, Toluca, Mexiko. BERGEMANN: l. c. Gleich dem vorigen Schreibersit.

24. Cosby's Creek, Cocks Co., Tennessee. BERGEMANN: l. c. Grau mit Stich ins Bräunliche; magnetische Schuppen.

¹ Nach RAMMELSBERG ist der Fundort zweifelhaft (*Handbuch der Mineralchemie*. Leipzig 1860. 1000).

Tabelle A.

Angew. Substanz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0.03 gr.			0.4499 gr.			0.619 gr.	0.028 gr.			0.424 gr.
Phosphor	34.13	18.47	16.35	16.04	15.74	15.01	14.86	14.02	14.17	13.51	12.95	11.72
Eisen	22.59	48.67	48.85	69.55	69.54	57.11	56.53	65.99	68.11	56.12	49.33	56.43
Nickel	34.77	18.33	33.15	14.41	13.81	28.35	28.02	15.01	17.72	29.18	38.24	25.01
Kobalt	—	Spur	1.65	—	1.31	—	0.28	—	—	—	—	—
	Cu 4.74	Mg 9.66	—	—	—	—	—	Si 2.04	—	—	—	—
	Cr 3.90	—	—	—	—	—	—	C 1.42	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spec. Gew.	100.13	95.13	100.00	100.00	100.40	100.47	99.69	98.48	100.00	98.81	100.52	98.15
					6.308-6.311	7.103	7.017				6.326-6.78	
Phosphor	37.31	21.61	16.35	16.04	15.68	14.94	14.91	14.76	14.17	13.67	12.88	12.58
Eisen	24.69	56.94	48.85	69.55	69.26	56.84	56.70	69.45	68.11	56.79	49.07	60.57
Nickel (Kobalt)	38.00	21.45	34.80	14.41	15.06	28.22	28.39	15.79	17.72	29.53	38.05	26.85
Angew. Substanz	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
		0.0178 gr.	0.0197 gr.						0.0024 gr.		0.170 gr.	0.075 gr.
Phosphor	12.32	11.61	11.16	10.29	10.23	8.70	7.37	7.26	6.99	6.14	3.54	3.33
Eisen	67.48	58.36	40.68	60.00	75.02	65.00	62.63	87.20	73.54	78.36	86.32	87.77
Nickel	20.32	29.95	48.16	26.75	14.52	26.30	29.18	4.24	19.47	15.47	10.14	8.88
Kobalt	—	—	—	—	—	—	Cu 0.82	—	—	—	—	—
	100.12	99.92	100.00	97.04	99.77	100.00	100.00	98.70	100.00	99.97	100.00	99.98
Spec. Gew.								7.01-7.22				6.99
Phosphor	12.30	11.62	11.16	10.60	10.26	8.70	7.43	7.35	6.99	6.14	3.54	3.33
Eisen	67.40	58.41	40.68	61.83	75.19	65.00	63.15	88.35	73.54	78.38	86.32	87.79
Nickel (Kobalt)	20.30	29.97	48.16	27.57	14.55	26.30	29.42	4.30	19.47	15.48	10.14	8.88

Schon beim flüchtigen Überblicken obiger Zahlen ergibt sich sofort, dass an Verbindungen nach festen Verhältnissen zwischen Eisen, Nickel und Phosphor nicht zu denken ist. Es liegt jedoch nahe, Eisen, Nickel und Kobalt als vicarirende Bestandtheile anzusehen und zu versuchen, ob bei dieser Auffassung bessere Resultate zu erzielen sind. Berechnet man die aus allen angeführten Analysen sich ergebenden Atomverhältnisse, so erhält man die folgende Tabelle¹:

Tabelle B.

	Fe :Ni(Co): Ph			Fe+Ni(Co): Ph		
1. Schwetz	0.4418	0.6485	1.2051	1.0903	1.2051	0.905 : 1
2. Medwedewa	1.0190	0.3660	0.6980	1.3850	0.6980	1.984 : 1
3. Santa Rosa	0.8742	0.5939	0.5281	1.4681	0.5281	2.780 : 1
4. Cranbourne	1.2446	0.2459	0.5181	1.4905	0.5181	2.877 : 1
5. S. Julião de Moreira	1.2445	0.2580	0.5084	1.5025	0.5084	2.955 : 1
6. Toluca	1.0172	0.4816	0.4826	1.4988	0.4826	3.106 : 1
7. Knoxville	1.0147	0.4845	0.4816	1.4992	0.4816	3.113 : 1
8. Bohumilitz	1.2428	0.2695	0.4767	1.5123	0.4767	3.172 : 1
9. Elbogen	1.2189	0.3024	0.4577	1.5213	0.4577	3.324 : 1
10. Cranbourne	1.0163	0.5039	0.4415	1.5202	0.4415	3.443 : 1
11. Cranbourne	0.8781	0.6493	0.4160	1.5274	0.4160	3.672 : 1
12. Braunau	1.0839	0.4581	0.4063	1.5420	0.4063	3.795 : 1
13. Cranbourne	1.2062	0.3464	0.3973	1.5526	0.3973	3.908 : 1
14. Misteca	1.0453	0.5114	0.3753	1.5567	0.3753	4.148 : 1
15. Rittersgrün	0.7280	0.8218	0.3605	1.5498	0.3605	4.299 : 1
16. Sierra di Deesa	1.1065	0.4705	0.3424	1.5770	0.3424	4.606 : 1
17. Zacatecas	1.3456	0.2483	0.3314	1.5939	0.3314	4.810 : 1
18. Sierra di Deesa	1.1632	0.4488	0.2810	1.6120	0.2810	5.737 : 1
19. Seeläsgen	1.1301	0.5020	0.2400	1.6321	0.2400	6.800 : 1
20. Magura	1.5811	0.0734	0.2374	1.6545	0.2374	6.969 : 1
21. Bustee	1.3160	0.3322	0.2258	1.6482	0.2258	7.299 : 1
22. Magura	1.4026	0.2642	0.1983	1.6668	0.1983	8.405 : 1
23. Ocatitlan	1.5447	0.1730	0.1143	1.7177	0.1143	15.023 : 1
24. Cosby's Creek	1.5639	0.1515	0.1076	1.7154	0.1076	15.942 : 1

Aus dem in der letzten Reihe angegebenen Atomverhältniss von Fe + Ni(Co): Ph ergibt sich, dass die für den Schreibersit von S. Julião de Moreira gefundene Zusammensetzung $(\text{Fe Ni Co})_3 \text{Ph}$ am häufigsten vertreten ist, nämlich

¹ Es wurden die folgenden Atomgewichte benutzt: Ph = 30.96; Fe = 55.88; Ni und Co = 58.6.

durch 8 Analysen (No. 3 bis 10), welche theils mit dieser Formel sehr gut übereinstimmen, theils derselben am nächsten kommen. Da unter diesen Analysen sich besonders solche befinden, welche in neuerer Zeit, mit reichlichem Material und mehrfach ausgeführt sind, so glaube ich, dass man einstweilen berechtigt ist, ein Phosphornickeisen von obiger Zusammensetzung als eine Verbindung nach festen Verhältnissen anzunehmen. Es mag auch darauf hingewiesen werden, dass H. HVOSLEF ein Phosphoreisen Fe_3Ph mit 84 % Eisen und 16 % Phosphor künstlich dargestellt hat, welches ähnliche Eigenschaften wie der Schreibersit besitzt, nämlich dunkel eisengraue Farbe, feinkörnigen Bruch, Magnetismus, grosse Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, hohe Sprödigkeit¹. Damit soll jedoch keineswegs gesagt sein, dass nicht noch andere Verbindungen von Phosphor mit Eisen vorkommen, wie z. B. $(\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Co})_4\text{Ph}$. Für letztere würden die Analysen 11—15 sprechen; ferner das von SIDOT künstlich dargestellte stark magnetische, in quadratischen Prismen krystallisirende Phosphoreisen mit 87.9 % Eisen und 12.1 % Phosphor². Auch das von MALLARD beschriebene Phosphoreisen von Commeny lässt sich ebenso gut auf die Formel Fe_4Ph als auf Fe_7Ph_2 zurückführen³.

Zu einer sicheren Entscheidung jedoch, ob überhaupt Verbindungen nach festen Verhältnissen vorliegen, und wie viele derartige Verbindungen etwa bisher unter dem Namen Schreibersit zusammengefasst worden sind, genügt das vorliegende Material nicht. Es bedarf zuvor einer grösseren Anzahl neuer Analysen, da von den älteren die meisten mit sehr geringem Material ausgeführt sind, und sich öfters mit Sicherheit ersehen lässt, dass das Material nicht rein war. Dass auch die recht abweichenden Angaben über einzelne physikalische Eigenschaften des sogen. Schreibersit für die bisherige Vereinigung verschiedener Substanzen unter diesem

¹ Beobachtungen über Phosphormetalle. (Ann. d. Chemie u. Pharmacie 1856. C. 99—100.)

² Comptes Rendus 1872. LXXIV. 1426.

³ Bull. de la Soc. Minér. de France 1881. IV. 230—236. Wenn man Schwefel und Arsen als FeS_2 und FeAs_2 in Abzug bringt, erhält man für $\text{Fe} : \text{Ph} = 3.757 : 1$.

Namen zu sprechen scheinen, hat schon BEN-SAUDE hervor-
gehoben.

Während des Druckes obiger Arbeit hatte ich Gelegen-
heit, die chemische Zusammensetzung zweier weiteren hexa-
ëdrischen Eisen zu controliren resp. controliren zu lassen,
deren ältere Analysen einen geringeren Gehalt an Nickel + Ko-
balt ergeben haben, als meiner oben ausgesprochenen Ver-
muthung nach wahrscheinlich ist. Es sind dies die Meteor-
eisen von Scottsville, Allen County, Kentucky und
von Fort Duncan, Maverick County, Texas. Ersteres (I)
wurde von Herrn Dr. C. FISCHER im mineralogischen
Institut, letzteres (II) von mir analysirt. Die älteren Ana-
lysen von F. W. CLARKE (I a)¹, sowie von J. B. MACKINTOSH
(II a)² und ST. MEUNIER (II b)³ sind zum Vergleich hinzu-
gefügt.

	I	Ia	II	IIa	IIb
Rückstand . . .	0.02	—	0.01	—	1.80
Kupfer . . .	0.10	—	— ⁵	—	—
Phosphor . . .	0.15	0.16	0.28 ⁶	0.23	—
Eisen . . .	93.14	94.34	92.58	94.90	92.02
Nickel . . .	5.73	{ 5.01	6.66	{ 4.87 ⁷	6.10
Kobalt . . .	0.99		0.73		
	100.13	99.51 ⁴	100.26	100.00	99.92

Wenn wie oben der Phosphor auf Fe_2NiPh berechnet
und in Abzug gebracht wird, so ergibt sich für:

	I	II
Eisen	93.50	93.01
Nickel + Kobalt . . .	6.50	6.99

BREZINA hat die Vermuthung ausgesprochen⁸, dass das

¹ J. E. WHITFIELD: On the Johnson Co, Ark., and Allen Co, Ky, Meteorites. (Amer. Journ. 1887. (3) XXXIII. 500—501.)

² W. E. HIDDEN: A new Meteoric Iron from Texas. (Amer. Journ. 1886. (3) XXXII. 304—306.)

³ Examen minéralogique du fer météorique de Fort-Duncan (Texas). (Comptes Rendus 1887. CIV. 872—873.)

⁴ Hinzukommen 0.12 Kohlenstoff und 0.39 Schwefel.

⁵ Nicht bestimmt.

⁶ Eine Bestimmung des Schreibersit nach Auflösen eines anderen Stückes des Eisens in Kupferchloridchlorammonium ergab 0.42%.

⁷ Aus der Differenz bestimmt.

⁸ Ann. d. k. k. naturhist. Hofmuseums 1886. I. No. 3. Notizen 26.

Eisen von Fort Duncan dem gleichen Fall angehöre, wie dasjenige von Santa Rosa, Sancha Estate, Texas. Soweit mir bekannt, ist letzteres bisher nur von L. SMITH beschrieben worden¹, der einen Gehalt von 3.53% Nickel + Kobalt und von 0.24 Phosphor angibt. Da diese Bestimmung augenscheinlich der Controle bedarf, so lässt sich auf Grund der chemischen Zusammensetzung einstweilen ein Vergleich nicht anstellen.

Sollte sich auch fernerhin bestätigen, dass die aus Kamazit bestehenden hexaëdrischen Eisen eine annähernd constante Zusammensetzung besitzen, so würde man für dieselben einen Gehalt von etwa 7% Nickel + Kobalt annehmen dürfen; denn im Allgemeinen werden die höchsten Bestimmungen dieser beiden Bestandtheile am meisten Zutrauen verdienen.

Mag man die Trennung mit kohlsaurem Baryum oder durch doppelte Fällung mit essigsauerm Natrium ausführen, in beiden Fällen bleibt Nickel in nicht unerheblicher Menge beim Eisen zurück, welches man erst gewinnt, wenn man das Eisen wieder auflöst und bei reichlicher Anwesenheit von Chlorammonium mit Ammoniak fällt. Die bei den Analysen angewandten Methoden werden nur selten in den Meteoritenarbeiten angegeben; aber man darf wohl vermuthen, dass die Trennung nicht immer mit der nöthigen Sorgfalt durchgeführt worden ist.

Nimmt man etwa 7% Nickel + Kobalt für den Kamazit an, so müssen die oktaëdrischen Eisen, welche neben Kamazit noch aus den nickelreicheren Verbindungen Taenit und Plessit bestehen, über 7% Nickel + Kobalt enthalten, und man gewinnt damit einen Maasstab für die Zuverlässigkeit der vorhandenen Analysen. Alle diejenigen wären zu controliren, welche ein anderes Resultat geliefert haben.

¹ Meteoric Iron from Coahuila, Mexico. (The Amer. Journ. 1855 (2) XIX. 160—161.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: [1889](#)

Autor(en)/Author(s): Cohen Emil Wilhelm

Artikel/Article: [Chemische Untersuchung des Meteoreisens von S. Juliao de Moreira, Portugal, sowie einiger anderen hexaedrischen Eisen 215-228](#)