

Phasen des Systems Eisen-Silizium in einem Meteoriten

Heinz Krapp, Friedberg*)

Meteorite und Meteore; Fundort und einfache Eigenschaften; Gefüge; Chemismus; Ausscheidungsfolge und Auflösungerscheinungen; Identifizierung; Zusammenfassung.

Phases of the Fe-Si System of a Meteorite

Meteorites and meteors; place of discovery and elementary properties; structure; chemistry; sequence of separation and disintegration effects; identification; summary.

Phases du système fer-silicium dans une météorite

Météorites et météores. Localisation et propriétés simples. Structure, caractéristiques chimiques, ordre de précipitation et phénomènes de dissolution, identification. Résumé.

1. Meteorite und Meteore

Meteorit und Meteor sind verschieden zu definieren. Beide entstammen dem Sonnensystem. Meteorite fallen, begleitet von Leuchterscheinungen und Geräuschen, auf die Erdoberfläche, die feste Substanz der Meteore verglüht in der Atmosphäre. Meteorite entstehen hauptsächlich beim Zusammenprall (Kollisionsfragmentation, Kiesel (1)) von Asteroiden (Planetoiden, Kleinplaneten) im Asteroidengürtel. Sie sind dort zwischen den Bahnen des Mars und des Jupiters gehäuft anzutreffen (Durchmesser 1000 km bis einige 100 m). Es gibt kleine und große Meteorite, von Staub bis tonnenschwer. Meistens sind sie so alt wie unser Sonnensystem, nämlich $4,4$ bis $4,6 \times 10^9$ Jahre. Der größte Teil der Meteore hat seinen Ursprung in zerfallenen Kometen. Meteorströme treten periodisch auf, z. B. die Perseiden im August vor der Kulisse des Sternbildes Perseus.

Die Einteilung der Meteorite in Gruppen und Untergruppen ist in Tabelle 1 verzeichnet. Der hier untersuchte vermutete Meteorit müßte darin einzuordnen sein. Vorweg sei darauf hingewiesen, daß eine Ähnlichkeit nur in der chemischen Durchschnittszusammensetzung bei den Hauptkomponenten zwischen einem heutigen metallurgischen Produkt, dem Ferrosilizium und der hier bearbeiteten Probe vorliegt. In weiteren 8 Punkten liegen keine Ähnlichkeiten vor, was dafür spricht, daß es sich hierbei nicht um ein Artefakt handelt.

1. Meteorites and meteors

Meteorite and meteor are to define in different ways. The origin of both is the solar system. The fall of meteorites down to the earth's surface is accompanied with illumination effects and sounds, whereas the solid substance of meteors burns up in the atmosphere. The formation of meteorites is mainly caused by collisions of asteroids (Fragmentation by collision), Kiesel (1). Asteroids are mainly located between the orbits of Mars and Jupiter. The diameters of asteroids are in the range of about 100 m to 1000 km, whereas meteorites can be small as particles up to fragments of some tons. The average age of meteorites is the same as the age of the solar system, about 4.4 – 4.6×10^9 years. Most meteors have their origin in disintegration of comets. Meteor showers appear periodically, for example the Perseides in the constellation of Perseus in August.

The classification of meteorites is shown in tab. 1 and it should be possible to integrate the investigated supposed meteorite. At first is to refer to the similarity with an artificial metallurgical product called ferrosilicon concerning only the main components of the average chemical composition. The sample is supposed not to be artificial due to differences in eight other items.

2. Place of discovery and elementary properties

Fragments of a solid material have been found at D-6361 Niederflorstadt near Friedberg (Hesse),

* Prof. Dr. rer. nat. H. Krapp
Buchenstraße 10
D-6360 Friedberg (Hessen)

Tabelle/Table 1

Klassifizierung der Meteorite, zusammengestellt nach Kiesel (1)
 Classification of meteorites according to Kiesel (1)

Gruppe	Untergruppe	Hauptbestandteile	Bemerkungen
Chondrite (Chondren = Kügelchen)	Kohlechondrite	Schicht- und andere Silikate	C-haltig, C-Verbindungen
	gewöhnliche Chondrite	(Fe, Mg) ₂ SiO ₄ Olivin	häufigster Chondrit
	Enstatitichondrite	MgSiO ₃ Klinoenstatit: nur in Meteoriten	Bildung unter Reduktion, Si in fester Lösung in Fe
Achondrite		Silikate	keine Chondren
Stein-Eisen-Meteorite	Pallasite Mesosiderite	25–65% Fe, Olivin ca. 50% Fe, Orthopyroxen aus den konstituierenden Grundsilikaten CaSiO ₃ und MgSiO ₃	
Eisenmeteorite	Hexaedrite	Fe mit <6% Ni	Neumannsche Linien
	Oktaedrite	Fe mit 6,5–15% Ni	Widmannstättensches Gefüge
	Ataxite	Fe mit >9% Ni	ohne Struktur

2. Fundort und einfache Eigenschaften

Gefunden wurden Bruchstücke eines festen Stoffes, die den Verdacht auf Zugehörigkeit zu einem Meteoriten lenkten, in D-6361 Niederflorstadt bei Friedberg (Hessen), Basaltstraße 6 (Firma Back-Technik). Tag und Monat des 1979 entdeckten Fundes können jedoch nicht mehr angegeben werden. Außer den umherliegenden Bruchstücken wurde bemerkt, daß ziemlich in ihrer Mitte 6 zusammenhängende Betonsteine des Hofpflasters zertrümmert waren. Sie mußten ersetzt werden, was noch heute an ihrer gegenüber den unversehrten Steinen helleren Farbe zu erkennen ist. Vorausgesetzt, daß es sich tatsächlich um einen Meteoriten handelt, liegt nur ein Fund vor, kein beobachteter Fall. Durch Zufall kamen 1983 4 Bruchstücke von insgesamt 53 g aus einer Privatsammlung (Abb. 1) zum Vorschein, von denen das kleinste (3,5 g) zur Untersuchung zur Verfügung gestellt wurde (Gröning, Ackermann, Hofmann (2)).

Die Farbe der 4 Bruchstücke ist dunkelgrau glänzend, sie sind keilförmig ausgebildet, und ihre Oberflächen sind rau. Die Dichte der Probe von 3,5 g, gemessen mit der hydrostatischen Waage, beträgt 4,63 gcm⁻³. An einem Lautsprechermagneten bleibt sie nicht haften. Der Strich auf der rauhen Porzellanplatte ist schwarzgrau, die Härte 4 bis 7.

3. Gefüge

Abb. 2 ist ein Gefügebild vom Auflichtmikroskop bei 100facher Vergrößerung eines geschliffenen, polierten und nach Künkele (3) geätzten Teils der 3,5-g-Probe. Es läßt eine Kombination von Strahlen und Tröpfchen in einer Grundmasse (Matrix) in einem einzigen mikroskopischen Gesichts-

Basaltstr. 6 (Company: Back-Technik) and are supposed to belong to a meteorite. Day and month of the finding in 1979 cannot be given anymore. In addition to the fragments is to remark that 6 concrete slabs of the court in the center have been smashed. They had to be renewed, what is still visible today due to their brighter color in comparison to the uninjured stones. If it is really a meteorite it is only a finding but not an observed fall of a meteorite. Accidentally 4 fragments of 53 g appeared from a private collection in 1983 (fig. 1) and the smallest (3.5 g) has been released for investigation (Gröning, Ackermann, Hofmann (2)).

These 4 fragments are dark grey, lustrous, wedge-shaped and have rough surfaces. The specific weight of the 3.5 g sample is 4.63 gcm⁻³, measured via hydrostatic balance. The sample is not magnetic and the lines on a rough plate of porcelain are black grey, and the durability according to Mohs' scale is in the range of 4–7.

3. Structure

Fig. 2 shows the structure made with a direct light microscope and a magnification of 100X. The sample of 3.5 g has been grinded, polished and etched according to Künkele (3). A combination of rays and droplets is visible in the matrix of the material (inhomogeneous structure). From these droplets (Chondres) smaller and greater ones exist. The rays always come together at points near the boundary of the sample. The structure is typical for a meteorite of the groups of normal chondrites (tab. 1). This is provable via comparison of structures of fig. 2, 3, 5 with the structures of Kiesel (1). According to Kiesel (1) structures of chondrites do not exist in terrestrial associations



Abb./Fig. 1

Samlungsstücke. Fundort: Niederflorstadt (Hessen).
Am Fundort Einschlagstelle. Proben keilförmig.
Aufnahme: E. Ackermann. Alle folgenden Abbildungen
außer Abb. 6 stammen von dem kleinsten Stück
Collection. Place of discovery: Niederflorstadt (Hesse).
At place of discovery place of burst. Sample wedge-shaped.
Photograph: E. Ackermann. All other photographs except
fig. 6 are from the smallest fraction

feld erkennen (Gefügeinhomogenität). Von den Tröpfchen (Chondren) existieren kleine und große. Die Strahlen vereinigen sich immer in Punkten nahe dem Probenrand. Das Gefüge ist typisch für einen Meteoriten der Klasse der gewöhnlichen Chondrite (Tabelle 1). Dies ist z. B. durch Vergleich der Gefügearten in Abb. 2, 3, 5 mit den Gefügeabbildungen bei Kiesel (1) unverkennbar festzustellen. Chondritisches Gefüge in terrestrischen Mineralassoziationen gibt es nach Kiesel (1) nicht. Ferner ist der Verfasser bei seiner metallographischen Tätigkeit an technischen Produkten bisher niemals auf ein derartiges Gefüge gestoßen. Bei Kiesel (1) werden die Tröpfchen als aus Troilit (FeS) zusammengesetzt charakterisiert, über die sie umschließende hellere Substanz (Matrix) fehlen Angaben zur chemischen und

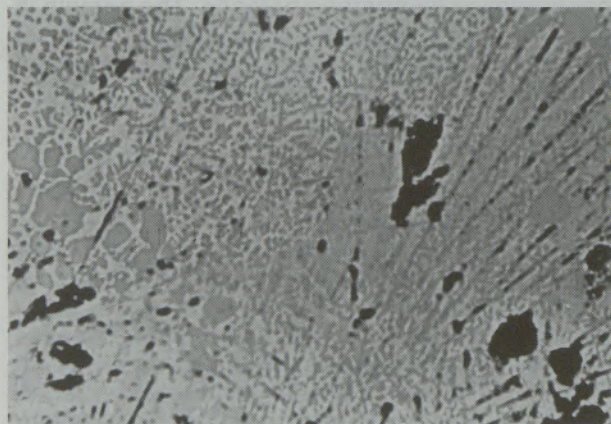


Abb./Fig. 2

Auflichtmikroskop, 100:1. Geätzt nach Künkele (3), Befund negativ, keine Sulfide. Kleine und große Chondren, Strahlen, schwarz: Vertiefungen
Direct light microscope, 100:1. Etching according to Künkele (3), result negative, no sulfides. Great and small chondres, rays, black deepenings

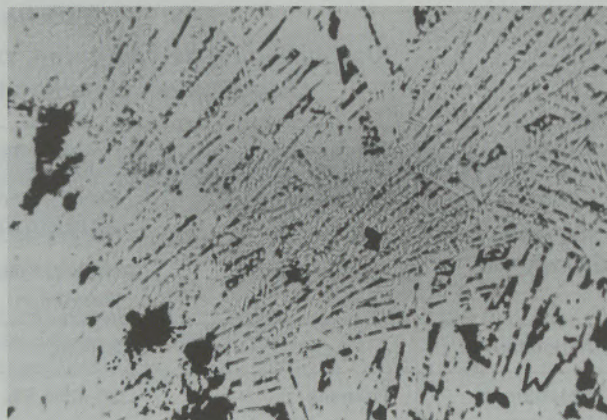


Abb./Fig. 3

Auflichtmikroskop, 100:1, ungeätzt. Strahlengefüge, Widmannstättensche Figuren (W)
Direct light microscope, 100:1, not etched. Ray-structure, Widmannstätten figures (W)

of minerals. Furthermore the author never found such structures in technical products during his metallographic studies. Kiesel (1) describes the droplets as Troilit (FeS), whereas for the brighter matrix no chemical analysis or mineralogical composition is given. To verify Troilit as the structure of these droplets an etching according to Künkele (3) was done. This specific etching is used very often for the proof of FeS and MnS in inclusions of steel. After execution of this etching the typical structures of these sulphides are not identifiable (fig. 2). Troilit is to be neglected as the material of the chondres. At least this etching made visible the structure between the rays, which has been invisible before. Due to the fact that etching according to Künkele (3) does not



Abb./Fig. 4

Rasterelektronenmikroskop (REM), 20 kV, Sekundärelektronen (SE), 2000:1. Widmannstättensche Figuren, Chondren und Matrix durchquerend. Hell im System Eisen-Silizium die eisenreiche Phase, dunkel die siliziumreiche: FeSi und Si/Fe
Electron scan microscope (REM), 20 kV, secondary electrons (SE), 2000:1. Widmannstätten figures, chondres and matrix crossing. Light - Fe-Si-system phase rich on iron, dark - phase rich on Si, Fe/Si and Si/Fe

mineralogischen Zusammensetzung. Um den Aufbau der Tröpfchen aus Troilit zu überprüfen, wurde die Ätzung nach Künkele (3) angewandt. Sie ist ein spezifisches Ätzverfahren zum Nachweis von FeS und MnS und wird häufig zum Erkennen beider, z. B. in Einschlüssen in Stahlschliffen, eingesetzt. Nach Durchführung dieser Ätzung läßt aber Abb. 2 nicht die für beide Sulfide typischen Ätzfiguren erkennen. Troilit in den Chondren scheidet also aus. Immerhin bringt die Ätzung eine Strukturierung zwischen den Strahlen hervor, die ohne sie nicht vorhanden ist. Da das Ätzmittel nach Künkele (3) keine glasangreifenden Stoffe enthält, ist glasige Substanz zwischen den Strahlen auszuschließen. Das Strahlengefüge ist noch einmal in Abb. 3 wiedergegeben. Kein Praktiker wird dieses als Schleif- oder Polierspuren ansehen. Diese sind von ganz anderer Anordnung.

Außerdem erscheinen in Abb. 3 Widmannstätten-Figuren (die sich kreuzenden Balken). Diese Figuren erscheinen auch in Abb. 4, und die Balken kreuzen sich hier in den Chondren und in der Matrix. Sie sind bisher nur von Eisen-Nickel-Meteoriten bekanntgeworden. Es ist noch nicht gelungen, dieselben im Laboratorium mit Eisen-Nickel-Legierungen entsprechend der Zusammensetzung dieser Meteoritengruppe nachzuahmen. In der Metallurgie sind die Figuren beim ungeglühten Stahlguß sowie in Schweißnähten angesiedelt. Die Ausbildung von Widmannstätten-schem Gefüge wird beobachtet, wenn das Austenitkorn entweder zu groß war oder eine beschleunigte Abkühlung von zu hohen Temperaturen durchgeführt worden ist (3). Dendriten indizieren schnelle Abkühlung. Widmannstätten-Figuren und Dendriten sind typisch für Gußstruktur und werden bei abgegossenen Metallegierungen durch Normalglühen beseitigt. In Abb. 5 liegt ein Teil der Chondren dendritisch ausgebildet vor, an

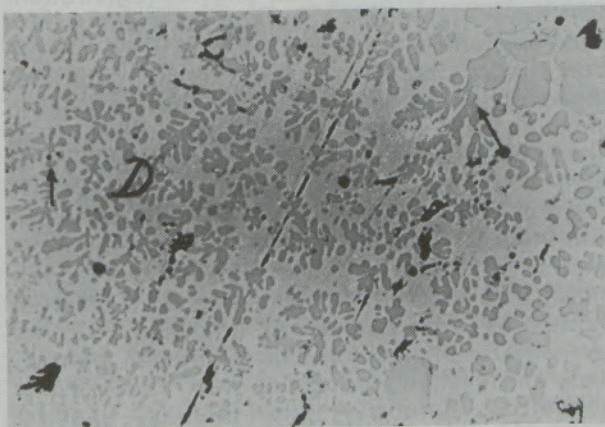


Abb./Fig. 5

Auflichtmikroskop, 200:1. Ätzung nach Künkele auf Sulfide negativ. Ein Teil der Chondren ist dendritisch ausgebildet (Feld D), Pfeil: Eisblume, hexagonal. Pfeil mit Punkt: Dendrit im Übergang zu Chondre. Schleifspur

Direct light microscope, 200:1. Etching according to Künkele, negative on sulfide. Chondres partly dendritic (field D), arrow: hexagonal structure. Point marked arrow: dendrite in state of transformation into chondre. Scratch

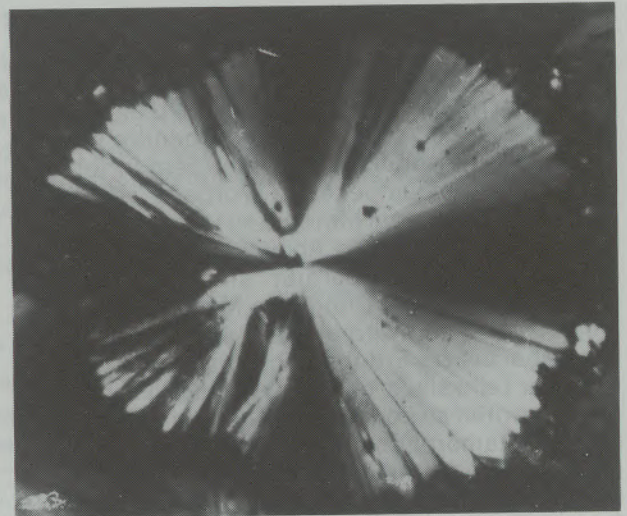


Abb./Fig. 6

Durchlichtmikroskop, polarisiertes Licht, Kamera-vergrößerung 4000:1. Sphärolith aus Traubenzucker (Glukose-Monohydrat)

Transmitted light microscope, polarized light, camera magnification 4000:1. Spherulite of glucose (Glucose-Monohydrate)

corrode glasslike material, this is also to be excluded as material between the rays. Fig. 3 illustrates the structure of rays. No expert will regard these rays as grinding or polishing traces, these would be of total different arrangement.

Furthermore fig. 3 shows the structure of Widmannstätten-figures (crossed bars). These figures are shown in fig. 4 too, and the bars cross the chondres as well as the matrix. Till today they are known only from Fe-Ni meteorites. All tests to receive this structure in laboratories at alloys of equivalent compositions of the Fe-Ni system have failed. In metallurgy such figures are known at not annealed steel casting and in welding seams. The formation of Widmannstätten-figures can be observed, if the austenitic grain was too big or forced chill occurred from too high temperatures (3). Dendritic structure indicates forced chill. Widmannstätten-figures and dendritic structures are typical for cast structures and are normally eliminated in cast metals by normalizing. In fig. 5 the chondres partly show dendritic structures and the arrow marks a hexagonal cross section.

Besides this fig. 5 shows a dendrite connected with a chondre via a "navel-string". A transformation of the dendrite into the chondre suggests itself, whereas a process the other way round can be excluded. Formation of dendrites is to be expected for meteorites, due to forced chill of the melt in the interplanetary space with its low temperature. With the entry of a meteorite into the atmosphere it will be warmed up extremely and its remainder will partly or completely take part in solution of the dendrites and their transformation into chondres (metamorphosis). The technical process of normalizing is also applicable to chon-

einer durch einen Pfeil gekennzeichneten Stelle ist deutlich ein hexagonaler Querschnitt zu erkennen (Eisblume).

Außerdem ist in Abb. 5 (Pfeil mit Punkt) ein Dendrit über eine Nabelschnur mit einer Chondre verbunden. Eine Verwandlung von ersterem in letztere liegt nahe; der umgekehrte Vorgang ist auszuschließen. Bei einem Meteoriten ist die Dendritenbildung durch schnelle Abkühlung der Schmelze bei der tiefen Temperatur im interplanetaren Raum zu erwarten. Dringt ein Meteorit in die Atmosphäre ein, so wird er stark erwärmt. Was von ihm dabei bis zur Erdoberfläche übrigbleibt, unterliegt der teilweisen oder vollständigen Auflösung der Dendriten zu kompakten Kristallen, den Chondren (Metamorphose). Der technische Vorgang des Normalglühens ist so auch auf chondritische Meteorite anwendbar und wäre eine zwanglose Erklärung für die Bildung der Chondren. Ferrosilizium wird keineswegs normalgeglüht.

Beim Strahlengefüge verlaufen die Strahlen vom Rand der Probe unter einem maximalen Winkel von 80° in ihr Inneres auseinander. Es sind so in der 3,5-g-Probe mehrere Strahlensysteme vorhanden. Ihre Entstehung erfolgte also von außen nach innen. Außen herrschte niedrige interplanetare Temperatur, und die ersten Kristallkeime bildeten sich dort. Bei gegebener schneller Abkühlung einer Schmelze besteht die Neigung zur Ausbildung strahliger, in einer Kugel angeordneter Kristalle, sogenannter Sphärolithe. Dies wurde nachgeahmt durch schnelle Abkühlung einer heißen, gesättigten Lösung und einer Schmelze von Traubenzucker (Glukose-Monohydrat). Das Ergebnis ist in Abb. 6 wiedergegeben. Wenn in der vorliegenden Probe die Strahlenbildung nachweislich von ihrem Rand her erfolgte, kann das Resultat nur die Entstehung von Teilsphärolithen (ein Sektor der Abb. 6) sein, auch eine kristallographische Einheit. Sie beanspruchen in der Schmelze viel Platz, unverbrauchte oder nahezu unverbrauchte Schmelze ist die Voraussetzung (Frühausscheidung). Danach ist dann die Bedingung für eine Ausscheidung begrenzterer Kristalle, Dendriten und Chondren, gegeben.

4. Chemismus

3,5 g Probe waren zuwenig, um damit eine naßchemische Vollanalyse durchzuführen. Der Prozentgehalt Si ohne Verbindung mit Sauerstoff, worauf es hier ankommt (s. w. u.), wäre damit auch nicht zu ermitteln. Zur Analyse mußte deswegen auf Spektrometer und Mikrosonde zurückgegriffen werden. Beide nehmen lokale Analysen vor. Die auch eingesetzte Röntgenfluoreszenzanalyse gestattet die Analyse eines größeren Probenbereichs, hier eines solchen von 7 mm Durchmesser, nähert sich also einer Durchschnittsanalyse (Tabelle 2, Analysenwerte der Hauptelemente).

dritic meteorites and would account for the formation of chondres. Ferrosilicon will not be normalized.

The formation of rays of the "ray-structure" started from the peripheric zone of the sample and diverged under an angle of max. 80° in direction of the center. There are some "ray-structures" more in the 3.5 g sample. Due to the low temperature of the interplanetary space the formation of the first crystal nuclei started from the peripheric zone. Forced chill of a melt leads to formation of ray-structures, so called spherulites. This effect has been imitated by forced chilling of a hot and saturated solution of glucose (Glucose-monohydrate). Fig. 6 shows the result. If the formation of rays of the investigated sample really started from the peripheric zone, the result can only be a formation of partial spherulites (section of fig. 6). They request much space in the melt unused or nearly unused melt is a supposition (early separation). After that the melt meets the requirements for separation of finite crystals, dendrites and chondres.

4. Chemistry

A sample of 3.5 g were not enough for a complete analysis and the content of Si not bound to oxygen, what is important here (see below), can not be determined this way. That is why the analysis has been done with spectrometer and x-ray micro-analyzer. Both were used for local analyses. Roentgen fluorescence analysis has been done in addition to analyze a greater area of the sample, in this case an area with a diameter of 7 mm, and thus the analysis nearly gets the quality of an average analysis (tab. 2, analysis of main elements). The spectroscopic analyses have been done with a 1.5 m grating spectrometer with dispersion of 0.69 nm/mm and filmregistration. The lower detection accuracy is about 0.01% each element. In tab. 2 the analyses of the sample from Niederflorstadt is shown in comparison with those of technical ferrosilicon from an electric shaft furnace. Both their average analyses do nearly correspond. Could it be that the sample of Niederflorstadt is to regard as ferrosilicon? Regarding the subgroup elements it is to mention that the 3.5 g sample has only 14 sub-group elements, whereas technical ferrosilicon shows more, that is to say 48 elements. In a different context Widmayer (4) has analysed 28 other terrestrial samples (ores, metallurgical intermediate and finished products as steel, cast-iron and non-ferrous metal alloys) with the same spectrometer concerning sub-groups elements below 0.3% with the result that in 26 samples the content of sub-group elements is threetimes the content of the sample from Niederflorstadt. Only the two copperalloys have about twice the amount of sub-group elements and thus are the purest in this context. Concerning sub-group elements this sample shows a more primitive composition than

Tabelle/ Table 2

Chemische Zusammensetzung der Probe Niederflorstadt und einer Probe handelsüblichen Ferrosiliziums. Beider Nebenelemente geordnet nach steigender Ordnungszahl. Na ist spektralanalytisch mit der benutzten Apparatur nicht sicher zu bestimmen.

Chemical analyses of the sample from Niederflorstadt and a sample of technical ferrosilicon. In both cases the elements of subgroups are grouped in increasing ordinal numbers. Na is not to define exactly with the used equipment.

		Probe Niederflorstadt 3,5 g	Ferrosilizium aus dem Elektro- niederschachtofen, handelsüblich
Röntgenfluoreszenzanalyse	Hauptelemente	48% Si 50% Fe Analysen von 7 mm \varnothing der Proben	45% Si 54% Fe Analysen von 7 mm \varnothing der Proben
Spektralanalyse	Nebenelemente 0,3–0,1%	Mg, Al, K, Ca, Cr (0,29%), Mn, Ni, Cu, Zn, Ag, Pb (0,11%)	Be, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, In, Sn, Sb, Ba, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, W, Re, Ir, Pt, Hg, Pb, Bi, Th, U
	0,1–0,01%	Mo, In, Ta	
	Summe Nebenelemente	14	48

Die spektralanalytischen Untersuchungen wurden mit einem 1,5-m-Gitterspektrometer der Dispersion 0,69 nm/mm und Filmregistrierung durchgeführt. Die untere Nachweisgrenze liegt bei 0,01% je Element. Tabelle 2 zeigt die Analyseergebnisse der Probe Niederflorstadt in Gegenüberstellung zu einer Probe technischen Ferrosiliziums aus einem Elektroniederschachtofen. Beide Durchschnittsanalysen stimmen etwa überein. Ist die Niederflorstädter Probe also auch Ferrosilizium? Bei den Nebenelementen fällt auf, daß die 3,5-g-Probe nur 14 Nebenelemente enthält, das handelsübliche Ferrosilizium wesentlich mehr, nämlich 48. Im anderen Zusammenhang wurden mit demselben Spektrometer von Widmayer (4) 28 weitere irdische Proben (Erze, metallurgische Zwischen- und Fertigprodukte, letztere: Stahl, Gußeisen, NE-Legierungen) auf Nebenelemente unter 0,3% untersucht und dabei ermittelt, daß in 26 Proben über dreimal mehr davon enthalten sind als in der Probe Niederflorstadt. Nur die 2 Kupferlegierungen enthalten etwa zweimal mehr Nebenelemente, sie sind die reinsten. Unsere Probe ist also hinsichtlich der Nebenelemente primitiver zusammengesetzt als die 28 Proben und die Probe Ferrosilizium der Tabelle 2. Dieser deutliche Unterschied mag neben dem vorher geschilderten chondritischen Gefüge als weiterer Anhaltspunkt dafür dienen, daß der Fund Niederflorstadt außerirdischer Natur, nämlich ein Meteorit, ist. Beide Proben sind im Blick auf ihre Nebenelemente ganz artverschieden.

In Gefügeausschnitten der Abb. 2, 4, 7 wurden an der Probe Niederflorstadt mit der Mikrosonde Punktanalysen innerhalb eines Durchmessers von 5 nm durchgeführt (Tabelle 3). Es tritt hierbei

the other 28 and the sample of ferrosilicon in tab. 2. This evident difference besides the chondritic structure may indicate the finding from Niederflorstadt as not terrestrial, as a meteorite. The two samples differ absolutely with regard to their sub-group elements.

Microanalyses with x-ray microanalyzer in an area of 5 nm have been done in sections of fig. 2, 4, and 7 (tab. 3), showing the system Fe-Si. The proportion of Fe: Si varies from the chondrites (fig. 2, 4) to the brighter phases of fig. 7 in the range of 1 : 1.07 to 1 : 1.09. The variation of Fe : Si is in the range

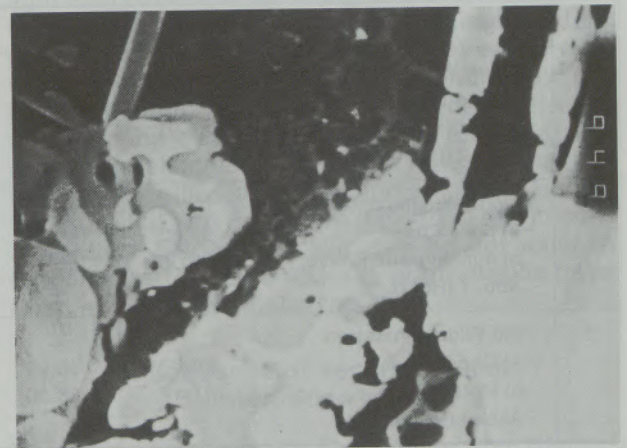


Abb./Fig. 7

REM, 20 kV, SE, 1200:1. Hellgrau Fe/Si, dunkelgrau Si/Fe, in den schwarzen Vertiefungen Rudimente von im wesentlichen Magnesiumsilikaten

REM, 20 kV, SE, 1200:1. Light grey Fe/Si, dark grey Si/Fe, in black deepenings mainly rudimentaries of magnesium silicates

das System Eisen-Silizium in Erscheinung. In den Chondren (Abb. 2, 4) und den hellen Phasen der Abb. 7 variiert das Verhältnis Fe:Si von 1:1,07 bis 1:1,09. In der Matrix (Abb. 2, 4) und der dunkelgrauen Phase in Abb. 7 variiert das Verhältnis von Fe:Si von 1:2,34 bis 1:2,51. Es liegt also ein Übergang an Si vor. Eisen vermag Si in fester Lösung nur bis 14% aufzunehmen (Fe:Si = 1:0,32). Es wird vermutet, daß es sich im 1. Fall um Mischkristalle aus FeSi und Si, im 2. Fall um solche aus FeSi₂ und Si handelt; in den 2 Siliziden kommt Si metallischer Charakter zu. Im System Eisen-Silizium liegen hier also eine eisenreiche und eine siliziumreiche Phase vor. Im folgenden wird erstere mit Fe/Si, letztere als Si/Fe bezeichnet. Das Strahlengefüge gehört zu Fe/Si, ebenfalls die Dendriten.

Bei 3 Punktanalysen mit der Mikrosonde einer Probe technischen Ferrosiliziums variiert Fe:Si von 1,55 bis 1,68, verhält sich also zur Probe Niederflorstadt ziemlich konstant. Es kann bei jener auf Einphasigkeit geschlossen werden, was auch durch die metallographische Untersuchung bestätigt wird.

Zu den Analysen der Tabelle 3 ist noch zu bemerken, daß die Prozentsumme der Elemente im Gefüge ohne Widmannstättenfiguren innerhalb der erlaubten Toleranzen liegt, nicht jedoch beim Vorhandensein dieser (Abb. 4, Nr. 3 der Tabelle 3), wobei neben Fe und Si auch Mn oder Mn und Al auftreten. Die nicht erlaubten Toleranzen können durch Vorhandensein der Widmannstättenfiguren, die Chondren und Matrix zer-

of 1 : 2.34 to 1 : 2.51 concerning the matrix (fig. 2, 4) and the dark grey phase in fig. 7. A surplus on Si is to notice. The Si-content of iron in solid phase is limited to a maximum of 14% (Fe : Si = 1 : 0.32). It seems that concerning the first case solid solutions of FeSi and Si are shown, whereas the second case represents solid solution of FeSi₂ and Si. In both silicides Si has metallic character. The Fe-Si-system shows two phases, one rich on Fe and the other on Si. The first will be named Fe/Si and the second Si/Fe. Both the ray-structure and the dendrites belong to the Fe/Si-type.

The Fe : Si-ratio of three microanalyses of technical ferrosilicon varies in the range of 1.55 to 1.68 and thus is rather constant in comparison with the sample of Niederflorstadt. That is why a one-phase-system is supposed, what is confirmed by metallographic investigation.

Concerning tab. 3 is to add that the sum of percentages of elements is within the tolerances for the structure without Widmannstätten-figures, but not when Widmannstätten-figures appear (fig. 4, No. 3 of tab. 3), whereby besides Fe and Si other elements like Mn or Mn and Al appear. The deviation from these tolerances may be caused by Widmannstätten-figures, which split chondres and matrix, whereby irradiation effects become possible.

Fig. 4 and 7 have been made with the electron scan microscope of the x-ray microanalyzer. Here the rule of phase contrast is applicable, whereby a heavy phase becomes brighter than light

Tabelle/Table 3

Punktanalysen mit der Mikrosonde, 20 kV. Keine Registrierung bei Al und Mn der leeren Kästchen. Andere Elemente über 0,3% sind nicht vorhanden.

Microanalyses with the x-ray microanalyzer, 20 kV. No registration of Al and Mn of empty boxes. Other elements with more than 0.3% are not registered.

Nr.	Probe Niederflorstadt	% Fe	% Si	% Al	% Mn	Summe	Fe : Si =
1	Ohne Widmannstätten						
	a) Chondre	64,80	35,02			99,82	1 : 1,09
	b) Matrix Abb. 2 (Lichtmikroskop)	44,37	55,73			100,10	1 : 2,51
2	Ohne Widmannstätten						
	a) helle Phase	63,62	34,78			98,40	1 : 1,08
	b) dunkelgraue Phase Abb. 7 (REM)	45,00	55,15			100,15	1 : 2,44
3	Mit Widmannstätten						
	a) Chondre	66,67	35,99		0,97	103,63	1 : 1,07
	b) Matrix Abb. 4 (REM)	47,17	56,30	0,80	0,81	105,08	1 : 2,34
4	Ferrosilizium handelsüblich						
5	Ohne Widmannstätten						
	einphasig	54,89	46,37	nicht bestimmt	nicht bestimmt	101,26	1 : 1,68
		56,92	44,31	nicht bestimmt	nicht bestimmt	101,23	1 : 1,55
	54,03	45,21	nicht bestimmt	nicht bestimmt	99,24	1 : 1,66	

gliedern, verursacht worden sein, wodurch Überstrahlungseffekte möglich werden.

Abb. 4 und 7 wurden mit dem zur Mikrosonde gehörigen Rasterelektronenmikroskop aufgenommen. Bei ihnen ist die Regel des Phasenkontrastes anwendbar, nach der schwere Phasen heller erscheinen als leichte. Dementsprechend sind die Chondren aus dem schweren Fe/Si hell abgebildet, die Matrix aus dem leichten Si/Fe dunkel. So können auch die hellgrauen Stellen der Abb. 7 als aus Fe/Si bestehend angesehen werden, die dunkelgrauen aus Si/Fe. Die quantitativen Analysen mit der Mikrosonde (Nr. 2, 3 der Tabelle 3) bestätigen die qualitativen über Phasenkontraste.

Große Teile der Abb. 7 sind schwarz, der mittlere schwarze Teil ist mit Rudimenten hellerer Phasen durchsetzt. Die schwarzen Teile sind auf Grund der Tiefenschärfe des Rasterelektronenmikroskopes als Vertiefungen zu erkennen. Es gelang nicht, von den helleren, in schwarz eingebetteten Phasen mit der Mikrosonde eine quantitative Analyse anzufertigen. Jedoch ergaben Röntgenbilder von der Mikrosonde analytische Anhaltspunkte. Ergebnis: In Abb. 8 sind die zusammenhängenden hell- und dunkelgrauen Phasen der Abb. 7 von der Fe-Verteilung herrührend stark hell. Si ist in der gesamten Abb. 7 hell. Mg ist dort nur an den Stellen der Rudimente in den schwarzen Löchern hell, ebenfalls O. Fe (Abb. 8) ist mit einigen hellen Punkten hier nur gering vertreten. Über ein Röntgenbild war S nicht auszumachen. Die Röntgenbilder von Si, Mg, O und S werden im Archiv des Verfassers aufbewahrt. In den schwarzen Löchern befinden sich also im wesentlichen Magnesiumsilikate, etwas Fe enthaltend. In Frage kommen Enstatit ($MgSiO_3$) und Forsterit (Mg_2SiO_4). Magnesiumsilikate sucht man in technischen Ferrosilizium vergebens. Alle Röntgenbilder wurden mit K-alpha-Strahlung aufgenommen.

5. Ausscheidungsfolge und Auflösungserscheinungen

Die Hauptbestandteile der Niederflorstädter Probe sind Fe/Si und Si/Fe. Dendriten und Chondren bestehen aus Fe/Si, die Matrix aus Si/Fe. Eine Phase, von einer Matrix eingeschlossen, kristallisiert vor dieser aus, hier also Fe/Si vor Si/Fe. Das Strahlengefüge (Teilsphärolithe) besteht auch aus Fe/Si. Seine Bildung setzt beim Vorhandensein von unverbrauchter Schmelze bei schneller Abkühlung ein, da sonst der für seine Größe benötigte freie Platz fehlt. Der übriggebliebene Platz eignet sich danach für die Ausscheidung der kleineren Dendriten und Chondren und anschließend der Matrix. Strahlengefüge aus Fe/Si entstand also noch vor Dendriten und Chondren aus Fe/Si. Nach (5) gelten für die hier erörterten Nebenphasen folgende Schmelzpunkte: Forsterit $1910^\circ C$, Enstatit $1557^\circ C$, Fe/Si (1:1) $1425^\circ C$, Si/Fe (2:1) ist nicht aufgeführt. Danach sind die

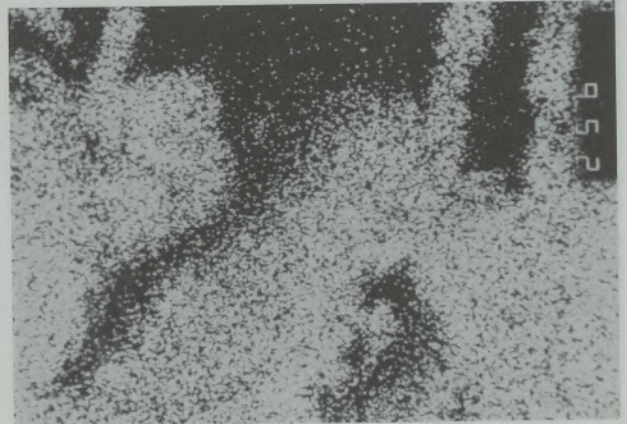


Abb./Fig. 8

Röntgenbild in Fe K-alpha von der Mikrosonde, 1200:1, vergleiche Abb. 7. Hell: Fe-Verteilung
X-ray photograph in Fe K-alpha with x-ray microanalyzer, 1200:1, compare fig. 7. Light: Fe-distribution

phases. That is why the chondres composed of heavy Fe/Si appear bright, whereas the matrix consisting of light Si/Fe appears dark. Due to this the light grey sections of fig. 7 can be regarded as Fe/Si and the dark grey section as Si/Fe. The quantitative analyses done with the x-ray microanalyzer (No. 2, 3 of tab. 3) confirm the result of qualitative analyses via phase contrast.

Great parts of fig. 7 are black. The black part in the middle is filled with rudimentary bright phases. Due to the depth of focus of the electron scan microscope it is recognizable as cavity. It was impossible to make a quantitative analysis of these right phases with the x-ray microanalyzer. X-ray photographs with the x-ray microanalyzer give some analytical hints. The result: in fig. 8 the coherent light and dark grey phases of fig. 7 become very light due to the Fe-distribution. Si is light everywhere in fig. 7. Mg and O are visible as light phases only at places of the rudimentary phases in the dark holes. Fe (fig. 8) exists only slightly with a few light points. Sulphur could not be discovered via x-ray photograph. The x-ray photographs of Si, Mg and O are stored at the author's archives. In the black holes mainly are magnesium silicates containing some Fe. Enstatite ($MgSiO_3$) and Forsterite (Mg_2SiO_4) are in consideration. Magnesium silicates do not exist in technical ferrosilicon. All x-ray photographs have been made with K-alpha radiation.

5. Sequence of separation and disintegration effects

The main components of the sample from Niederflorstadt are Fe/Si and Si/Fe. The dendrites and the chondres consists of Fe/Si and the matrix of Si/Fe. A phase surrounded with a matrix has to crystallize before the matrix, that means that Fe/Si is crystallizing before Si/Fe. The ray-structures (partial spherulites) consist of Fe/Si. Their forma-

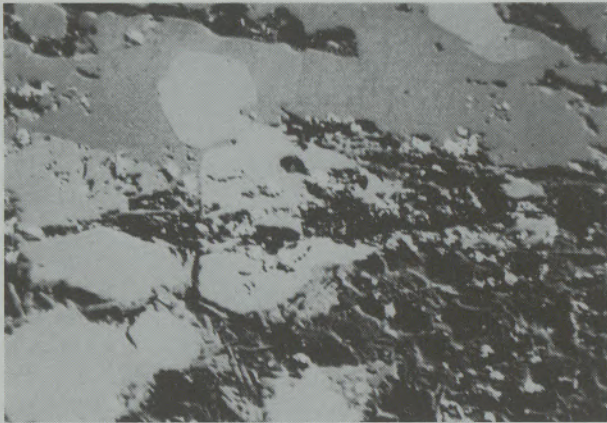


Abb./Fig. 9

REM, 15 kV, rückgestreute Elektronen (RE), 500:1, Probewinkel 30°. Oberflächenbild, schwarzes Kraterfeld (Auflösungserscheinung), hell: Fe/Si, grau Si/Fe

REM, 15 kV, backscattered electrons (RE), 500:1, angle of sample 30°. Picture of surface, black crater section (effect of disintegration), light: Fe/Si, grey Si/Fe

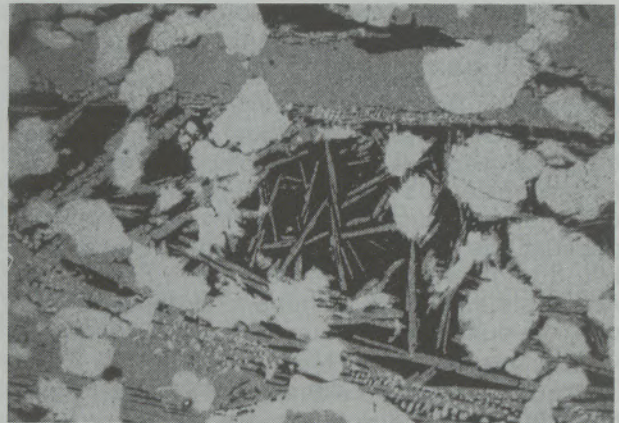


Abb./Fig. 10

REM, 15 kV, RE, 500:1, Probewinkel 30°. Oberflächenbild, hell: Chondren aus Fe/Si, z. T. mit gezackten Rändern, grau: Si/Fe teilweise zu Nadeln und Körnern in Auflösung begriffen, schwarz: Vertiefungen

REM, 15 kV, RE, 500:1, angle of sample 30°. Picture of surface, light: chondres of Fe/Si, partly with serrated borders, grey: Si/Fe partly disintegrated into needles and grains, black: deepenings

beiden Magnesiumsilikate vor Fe/Si und Si/Fe ausgeschieden worden. Die Ausscheidungsfolge verläuft also von Mg_2SiO_4 und/oder $MgSiO_3$ zu Strahlen aus Fe/Si, Dendriten aus Fe/Si bzw. Chondren aus Fe/Si und zuletzt zu Si/Fe der Matrix.

Ein Eutektikum bedeutet 2 verschiedene Kristalle etwa der gleichen Korngröße, die gleichzeitig auskristallisierten und ineinander gewachsen sind. Abb. 2 und 5, die Chondren in einer Grundmasse, vermitteln den Eindruck eines Eutektikums nicht.

Was entstanden ist, unser System aus untergeordnet Magnesiumsilikaten und hauptsächlich Fe/Si und Si/Fe, kann von außen angegriffen werden, wodurch zuerst die Oberfläche in Mitleidenschaft gezogen wird. Abb. 9 und 10 sind Oberflächenbilder der Niederflorstädter Probe. Die schwarzen Bereiche beider Abbildungen erweisen sich auf Grund der Tiefenschärfe des Rasterelektronenmikroskopes deutlich als Vertiefungen, die Chondren sind hellgrau, die Matrix ist dunkelgrau. In Abb. 9 ist ein zusammenhängendes Kraterfeld, eine Auflösungserscheinung, zu erkennen. Abb. 10 zeigt verschiedene Stufen der Auflösung. Die Bildmitte beherrscht eine große schwarze Vertiefung mit schmalen, getrennten Nadeln aus Si/Fe und stehengebliebenen Chondren aus Fe/Si. Diese Phase ist also widerstandsfähiger gegenüber Auflösung als jene. Mehr gebremster Zerfall ist die Zersplitterung zu langen Nadeln und Auflösung zu Körnern bei den Balken aus Si/Fe, die den mittleren schwarzen Bereich eingrenzen. Die geschilderten Oberflächeneigenheiten der Abb. 9, 10 sucht man bei technischem Ferrosilizium vergebens. Sind sie beim Niederflorstädter Fund durch teilweise Verdampfung eines Meteoritenkörpers beim Eintritt und Durchlaufen der Atmosphäre und den dadurch infolge Reibung hervorgerufenen hohen Temperaturen verursacht?

tion starts with forced chilling of the unused melt, otherwise the needed space would be missing. The remaining space is suitable for crystallization of little dendrites, the chondres and at last of the matrix. Ray-structures of Fe/Si have formed before crystallization of dendrites and chondres of Fe/Si. According to (5) the regarded phases have the following melting-points: Forsterite 1919 °C, Enstatite 1557 °C, Fe/Si (1:1) 1425 °C, Si/Fe (2:1) is not mentioned. Due to these dates both magnesium silicates have separated before the separation of Fe/Si and Si/Fe. The sequence of separation is Mg_2SiO_4 and/or $MgSiO_3$, than rays of Fe/Si, dendrites of Fe/Si respectively chondres of Fe/Si and at last matrix of Si/Fe.

An eutectic consists of 2 different crystals of about the same size, which crystallize simultaneously. The chondres in their unstructured matrix do not give the impression of an eutectic (fig. 2 and 5).

A system of Fe/Si as main components and subordinate magnesium silicates has been formed, what can be attacked by corrosion, whereby the surface will be affected at first. Fig. 9 and 10 show the surface of the sample from Niederflorstadt. The black sections of both pictures are holes, what is evident due to the depth of focus of the electron scan microscope. The chondres are light grey and the matrix is dark grey. Fig. 10 shows different degrees of disintegration. The center shows a big black deepening with small isolated needles of Si/Fe and remainders of chondres of Fe/Si. This phase is more corrosion resistant than the other phases. The splitting into large long needles and disintegration grains of the bars consisting of Si/Fe is to regard as a delayed disintegration, marking the black center. To look for these mentioned properties of the surfaces of figures 9 and 10 at technical ferrosilicon is useless.

6. Identifizierung

In Tabelle 4 sind die Untersuchungsbefunde der 3,5-g-Probe und des handelsüblichen Ferrosiliziums mit 45% Si gegenübergestellt. Vergleicht man die in ihr aufgeführten 8 Kriterien, so ergeben sich zwischen beiden keine Übereinstimmungen. Nur bei % Si und % Fe durch Röntgenfluoreszenzanalyse (Durchschnittsanalyse) stimmen sie überein (Tabelle 2). Wie ist dann die 3,5-g-Probe zu charakterisieren? Die Kriterien Nr. 1, 2, 4, 6, 7 der Tabelle 4 ergeben Anhaltspunkte für ihre meteoritische Natur. Besonders sei hierbei auf die vorgefundene und heute noch zu rekonstruierende Einschlagstelle (Nr. 1) und die unübersehbare Ähnlichkeit ihrer Gefügebilder (Abb. 2, 3, 4, 5) mit denen bei Kiesel (1) hingewiesen (Chondren, Strahlen, Matrix, Nr. 2). Chondritisches Gefüge ist typisch nur für Meteorite, in terrestrischen natürlichen und künstlichen Stoffen kommt es nicht vor. Die Ähnlichkeit spricht für die Einordnung zunächst in die Untergruppe der gewöhnlichen Chondrite (Tabelle 1). Widmannstättensche Figuren (Nr. 4), hier in Fe/Si und Si/Fe vorhanden, sind bisher nur von meteoritischen Fe-Ni-Legierungen, Gußstahl und Schweißnähten bekannt. Unsere Probe gehört keineswegs zu letzteren. Zu Enstatit (Nr. 6) ist an Enstatitchondrite (Tabelle 1) zu denken. Sie enthalten zahlreich Chondren, Strahlengefüge ist von ihnen bisher nicht bekannt geworden. Warum soll es aber hier neben Chondren nicht möglich sein, wenn seine geschilderten spezifischen Bildungsbedingungen gelegentlich vorliegen? Die geringe Zahl der Nebenelemente (Nr. 7) ist auch mit kosmischer Herkunft verträglich, bei terrestrischen festen Stoffen sind diese wesentlich zahlreicher vertreten. Von Nr. 1, 2, 4, 6, 7 nach Nr. 8 der Tabelle 4 sollte eine Brücke zu schlagen sein.

Unsere Probe hat jedoch eine andere Zusammensetzung als ein Enstatitchondrit. Nach Anders (6), dessen Typ II innerhalb der Enstatitchondrite wegen sehr selten vorhandenen Chondren hier

Might it be possible concerning the finding of Niederflorstadt that they are created due to the fall through the atmosphere, what will cause high temperatures by friction?

6. Identification

In tab. 4 the results of investigation of the 3.5 g sample and technical ferrosilicon with 45% Si are compared. Regarding the 8 mentioned criterions both show no conformities except their contents of % Si and % Fe (tab. 2) achieved with roentgen fluorescence analysis (average analysis). To characterize the 3.5 g sample criterions No. 1, 2, 4, 6, 7 of tab. 4 give some hints to the meteoritic structure. Above all is to mention that the point of burst (No. 1) is reconstructable even today and that there are similarities concerning their photographs of structure (fig. 2, 3, 4, 5) with those of Kiesel (1); (see chondres, rays, matrix, No. 2). Chondritic structure is typical for meteorites, whereas it does not exist in natural terrestrial materials. Due to this similarity it makes sense to classify them as normal chondrites (tab. 1). Figures of Widmannstätten-structures (No. 4), in this case in Fe/Si and Si/Fe are only known from meteoric Fe-Ni-alloys, steel casting and welding seams. Our sample in no respect belongs to the last group. Concerning Enstatite (No. 6) Enstatite-chondres, suggest itself (tab. 1). They contain many chondres, whereas ray-structures are unknown till today. But why shouldn't they are possible besides chondres due to the mentioned circumstances? The few sub-group elements (No. 7) are corresponding concerning cosmic origin, terrestrial solid materials have less of them. It should be possible to make a logical conclusion from No. 1, 2, 4, 6, 7 to No. 8 of tab. 4.

Our sample differs from the constitution of an Enstatite-chondrite. According to Anders (6), whose type II of the Enstatite-chondrites is not to be regarded in this respect due to its rather sel-

Tabelle/Table 4

Keine Übereinstimmung in 8 Kriterien zwischen Probe Niederflorstadt und einer Probe handelsüblichen Ferrosiliziums. Für meteoritische Herkunft ersterer sprechen die Kriterien Nr. 1, 2, 4, 6, 7, 8.

No correspondence in 8 criterions between the sample from Niederflorstadt and the sample of technical ferrosilicon. Hints of extraterrestrial origin give criterions no. 1, 2, 4, 6, 7, 8.

Nr.	Befunde	Probe Niederflorstadt 3,5 g	Ferrosilizium (45% Si), handelsüblich
1	Einschlagstelle	+	-
2	2 Hauptphasen, Fe/Si und Si/Fe Chondren, Strahlen, Matrix, % Si punktuell inkonstant	+	-
3	1 Hauptphase, % Si punktuell ziemlich konstant	-	+
4	Widmannstättensche Figuren	+	-
5	Dendriten	+	angedeutet
6	Magnesiumsilikate (Enstatit, Forsterit)	+	-
7	Nebenelemente, 0,3-0,01%	14	49
8	Krater und Löcher in Oberfläche	+	-

nicht zu betrachten ist, sind in seinem Typ I mit ausgesprochen chondritischem Gefüge enthalten: 40–60% Klinoenstatit, der Rest besteht aus Nickel-Eisen mit 3% Si in fester Lösung und Schwermetallsulfiden. In der vorliegenden Probe sind dagegen enthalten: 48% Si (nicht als SiO_2), 50% Fe (Durchschnittswerte), unter 1% Enstatit; nicht enthalten: Ni über 0,3%, Schwermetallsulfide. Trotzdem lassen sie und Typ I sich auf einen gemeinsamen Nenner bringen. Bei diesem 3% Si in fester Lösung in Fe, bei jener 48% Si (2phasig im Zusammentreten mit Fe) weisen auf reduzierende Bildungsbedingungen hin. Si ist ein ausgesprochen sauerstoffaffines Element. Wo es neben O auftritt, ist das Ergebnis immer SiO_2 , in unserem Fall bestand jedoch Sauerstoffmangel. Fredriksson (7) legt der mit den Typen I und II verbundenen Reduktion Wasserstoff in Sonnennähe zu Grunde. Die Reduktion unserer Probe mit 48% Si ist also viel weiter vollzogen worden als bei Typ I. Bei gewöhnlichen Chondriten wird Reduktion nicht erwähnt. So betrachtet, läßt sich unsere Probe als Enstatitchondrit identifizieren (Tabelle 1), wobei aber diese Untergruppe hinsichtlich ihrer bisherigen Zusammensetzung angelehnt an diese auszudehnen wäre.

Bei gesteigertem Reduktionsgrad wäre es denkbar, daß neben Enstatit (MgSiO_3) auch oder allein Forsterit (Mg_2SiO_4) eine Rolle spielt. Dieser enthält 45,5% O, jener 47,8% O. Eine genaue Bestimmung war wegen Dünnschichtigkeit ihrer Rudimente in den schwarzen Vertiefungen der Abb. 7 nicht durchzuführen.

Zusammenfassung

Die untersuchte Probe wurde 1979 neben anderen Bruchstücken in D-6361 Niederflorstadt bei Friedberg (Hessen), Basaltstraße 6, in Verbindung mit einer Einschlagstelle im Hopfplaster gefunden. Sie ist von ausgesprochen chondritischem Gefüge, d. h. meteoritisch. Von terrestrischen natürlichen und künstlichen Stoffen ist dieses Gefüge unbekannt. Die Chondren und ihre Matrix gehören dem System Eisen–Silizium an, erstere bilden darin die eisenreiche Phase, auch die außer ihnen auftretenden Strahlen, letztere die siliziumreiche. Weitere vier Anhaltspunkte ihrer außerirdischen Herkunft konnten herausgestellt werden. Ein Vergleich zwischen der Niederflorstädter Probe und technischem Ferrosilizium fällt in acht überprüften Punkten negativ aus. Das Vorherrschen des Systems Eisen–Silizium in der untersuchten Probe weist auf reduzierende Bildungsbedingungen hin. Solche gelten auch mit nicht so hohem Reduktionsgrad für Enstatitchondrite. Erweitert man den Begriff Enstatitchondrit über seine bisher bekannte Zusammensetzung in Anlehnung an diese hinaus, so läßt sich die Niederflorstädter Probe hier einordnen. Das System Eisen–Silizium, irdisch-metallurgisch ausgeprägt durch Ferrosilizium vertreten, ist als Hauptbestandteil auch in Meteoriten vorhanden, ein Fall von Kosmometallurgie.

dom chondres, the type I shows chondritic structures explicitly: 40–40% Klinoenstatite with a remainder of Ni-iron with 3% of Si in solid solution and sulfides of heavy metals. The investigated sample shows: 48% Si (not as SiO_2), 50% Fe (average value), less than 1% Enstatite, whereas Ni does not exist in amounts above 0.3%. The same is to say about sulfides of heavy metals. For all of that these values and type I can be regarded as equal. In the first case 3% Si in solid solution with Fe and in the second case 48% Si (two phases together with Fe), both indicate reducing conditions of formation. The affinity of Si to oxygen is very high. When Si and O come together the result is SiO_2 , but in this case we had oxygen shortage. Concerning type I and II Fredriksson (7) explains this with reduction by hydrogen near the sun. The reduction of our sample with 48% Si has been more intensive than in the case of type I. For normal chondrites reduction never has been mentioned. In this respect our sample can be classified as Enstatite-chondrite (tab. 1), whereby this sub-group concerning its composition should be extended.

With a higher degree of reduction it might be possible, that besides Enstatite (MgSiO_3) Forsterite (Mg_2SiO_4) will to be regarded. One with 45.5% O and the other with 47.8% O. An exact analysis was impossible due to the thin layers of these rudimentaries in the black deepening of fig. 7.

Summary

The investigated sample has been found 1979 besides other fractions at D-6361 Niederflorstadt near Friedberg (Hesse), Basaltstr. 6, in connection with a point of burst on the flooring of the yard. The sample shows predominant chondritic structures, which identify it as a meteorite. Terrestrial and artificial materials do not have this structure. The chondres and the matrix belong to the Fe-Si-system, where the first mentioned form a phase rich on iron. The same is to say concerning the rays, whereas the last mentioned is rich on Si. Furthermore four other criterions to prove the extraterrestrial origin have been elaborated. A comparison between the sample from Niederflorstadt and technical ferrosilicon is negative in eight criterions. The predominance of the Fe-Si-system of the investigated sample indicates reducing conditions of formation. These are valid too for Enstatite-chondrites even with a lower degree of reduction. Enlarging the definition of Enstatite-chondrites over its today known limits concerning the composition, the sample from Niederflorstadt can be classified as one of them. The Fe-Si-system, as terrestrial material represented by ferrosilicon, is the main component of meteorites too, a case of cosmometallurgy.

Literaturverzeichnis/References

1. Kiesel, W.: Kosmochemie, Springer, Wien (1979), s. bes. S. 107, S. 76-110, Abb. 12, a, d, s. bes. S. 78.
2. Gröning, W., E. Ackermann: Der Komet entschwand, ein Meteor kam; Wetterauer Zeitung vom 11. 6. 1983. Der Artikel basiert auf dem Fund Niederflorstadt von H. Hofmann. Derselbe stellt durch Vermittlung von E. Ackermann dem Verfasser aus seiner Sammlung ein Bruchstück (3,5 g) zur Untersuchung zur Verfügung.
3. Schumann, H.: Metallographie, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig (1974), s. bes. S. 331.
4. Widmeyer, H.: Spektrographische Untersuchungen von Spurenelementen in Erzen, metallurgischen Zwischenprodukten, Stahl und NE-Legierungen; Diplom-Arbeit Gießen-Friedberg (1980).
5. Handbook of Chemistry and Physics, 62. Edition (1981-1982), CRC Press, Boca Raton, Florida.
6. Anders, E.: Space Sci. Rev. 3 (1964), s. bes. S. 583.
7. Fredriksson, K.: Trans. N. Y. Acad. Sci. 25 (1963), s. bes. S. 156.

Im Archiv der Verfasser befinden sich weitere zahlreiche Abbildungen, ferner Spektralfilme, Röntgenbilder und von den Rechnern der Mikrosonde und Röntgenfluoreszenzanalyse ausgedruckte Analyseergebnisse.
Für wirkungsvolle Mitarbeit ist W. Fehr, Mr. Chr. Ressel und Mr. H. P. Fritsche zu danken.

The archive of the author contains many other photographs, spectral representations, x-ray photographs and analytic results from the computer of the x-ray microanalyzer and the roentgen fluorescence analysis unit.
I have to express my thanks to Mr. W. Fehr, Mr. Chr. Ressel and Mr. H. P. Fritsche.

Electric Arc Furnace Hot Metal Bubbling - Seminar - Furgys, Terry & Co. Inc.
Challenge for Electric Arc Smelting
Kattacion, Furgys & Co. Inc. para el Fondo de la Oficina de Asesoramiento
en el Departamento de Asesoramiento de la Oficina de Asesoramiento
Ulrich Hoyer, Asesoramiento

Beitrag zur Erzeugung und Verwindung von Neutronen durch ein Metall
und Keramik
A Contribution to Manufacturing and Use of Composite Materials of
Metal and Ceramic

Handbook of Chemistry and Physics - Arthur Koehler, Anders, and G. M. Burnett
Nederlän

Die Beitrag der Physik, Chemie und zur Metallurgie der Hochtemperatur
Teil 1
Contribution to Environmental Control by Radioactivity
Part 1
Hoyer, Ulrich, Asesoramiento

Stranggeschweißen
Teil 1 Aufbau
Technische Zeichnung Verfahren
Part 1, Construction
Anders, M. J. L. V. V. V.

Untersuchungen einer Vibration- und Ausbreitung einer Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des

Der Rückbau einer Teil der Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des

Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des
Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des Erzeugung des

