

Der Meteorit von Kiel — Fall, Aussehen und Zuordnung

Am 26. April 1962 gegen 13.45 Uhr vernahm Herr KARL ESCHMAT, Pächter des Anwesens Vermehren, Kiel-Pries, Friedrichsruher Weg 111, von seinem Wohnraum aus einen plötzlichen, lauten Krach auf dem darübergelegenen Dachboden. Er ging der Ursache des Geräusches jedoch erst am darauffolgenden Vormittag auf den Grund, nachdem er im Dach des Hauses in Firstnähe ein Loch von etwa 10 cm Durchmesser entdeckt hatte. Beim Durchsuchen des Dachbodens fand er einen faustgroßen, schwarzen Stein, der ihm außerordentlich schwer erschien. Da Herr ESCHMAT an dem Stein außerdem Merkmale starker Erhitzung erkannte, nahm er an, daß es sich um einen Meteoriten handle, und verständigte das nächste Polizeirevier. Über das Geologische Landesamt Schleswig-Holstein gelangte der Fund an das Mineralogisch-Petrographische Institut der Universität Kiel, wo er endgültig als Meteorit identifiziert werden konnte.

Abgesehen von dem Geräusch des Einschlages wurde der Meteoritenfall weder optisch noch akustisch von Hausbewohnern oder Nachbarn wahrgenommen. Wenn man bedenkt, daß in der Zeit von 1785 bis 1957 in Deutschland nur 26 Meteoritenfälle bemerkt und die Meteorsteine geborgen wurden (HEIDE 1957; s. a. MOSEBACH 1958), ist es vom wissenschaftlichen Standpunkt aus als besonders glücklicher Zufall zu werten, daß der Kieler Meteorit auf das Dach eines Wohnhauses traf, zumal die Umgebung nur spärlich besiedelt ist. Beobachtungen anderer, gleichzeitiger Fälle in der weiteren Umgebung, welche auf einen Meteoritenschauer schließen lassen, liegen nicht vor.

Die Einschlagstelle des Meteoriten liegt bei $54^{\circ}24' N$, $10^{\circ}9' E$. Die Teleobjektiv-Aufnahme (Abb. 1) läßt erkennen, daß das Einschlagloch — etwa 40 cm unterhalb des Firstes — unsymmetrisch ist; der scharfe Abriß auf der linken Seite und im Gegensatz dazu das allmähliche Umbiegen des Bleches an der rechten Seite der Öffnung scheinen dafür zu sprechen, daß der Meteorit nicht unter rechtem Winkel, sondern mehr von rechts kommend auf die Dachfläche traf. Da der First ziemlich genau nordsüdlich verläuft, entspräche dies einer Einfallrichtung von Süden oder Südwesten her.

Versuche, die Bahn des Meteoriten aus dem Verlauf des Einschlagkanales genauer zu rekonstruieren, schlugen fehl, da der Meteorit durch unmittelbar unter dem Blech angebrachte Dachplatten abgelenkt und so stark gebremst wurde, daß er auf dem Dachboden keine feststellbaren Aufschlagspuren mehr hinterließ, welche wenigstens noch die Rekonstruktion der abgelenkten Bahn erlaubt hätten. Die Fundstelle selbst (3 m östlich des Einschlags) ist wegen des leicht möglichen Rollens des Steines auf dem Dachboden natürlich ziemlich bedeutungslos. Trotz dieser Schwierigkeiten gestatten die Beobachtungen an der Einschlagstelle die Aussage, daß der Meteorit keinesfalls aus östlicher, sicherlich auch nicht aus nördlicher Richtung eingefallen ist. Am wahrscheinlichsten liegt die Herkunftsrichtung im südwestlichen Quadranten. Über den Einfallswinkel können keine genauen Angaben gemacht werden, vermutlich beträgt er zwischen 50° und 70° .



Abb. 1. Teleobjektiv-Aufnahme der Einschlagstelle des Meteoriten auf dem Blechdach. Der Verlauf des Dachfirstes von links nach rechts entspricht ziemlich genau der Nord-Süd-Richtung. — Etwa $\frac{1}{10}$ nat. Gr.

1. Äußere Beschaffenheit

Der Meteorit von Kiel wiegt 737,6 g und hat annähernd die Form eines kurzen dreiseitigen Prismas mit Endflächen. Die Höhe des Prismas beträgt bis zu 5 cm, die Seiten sind 8,5, 9,0 und 11,0 cm lang. Während die Seitenflächen fast eben sind, zeigen beide Endflächen deutliche Eindellungen von 0,5-1,0 cm Tiefe. Eine der Eindellungen (Abb. 2 und 3) zeichnet sich durch eine besonders wellige Oberfläche und sogenannte Rhegmaglypten aus, das sind näpfchenförmige Vertiefungen, ähnlich wie Fingereindrücke in plastischem Material aussehend. Die Eindellung der anderen Endfläche ist dagegen wesentlich gleichmäßiger und zeigt keine Rhegmaglypten. Vermutlich sind diese Formen durch Materialausbruch und anschließende Abschmelzung während des Fluges entstanden. Nach dem Zerschneiden des Meteoriten wurden Risse im Innern sichtbar, die etwa gleichsinnig wie die Oberfläche der Eindellungen verlaufen.

Abgesehen von zwei kleinen Beschädigungen, die beim Aufprall entstanden sein müssen — Reste wurden nicht gefunden — ist der Meteorit unversehrt und vollständig von einer schwarzen, vorwiegend matten, rauhen und stellenweise

Abb. 2. Seitenansicht des Meteoriten mit den beiden beim Aufprall erlittenen Beschädigungen.



rissigen (Abb. 3) Schmelzkruste von etwa 0,1-1,0 mm Dicke überzogen, die sich gegen das hellere Innengefüge scharf absetzt (Abb. 4). Beim Betrachten mit der Lupe zeigt sich, daß die Rauigkeit der Krustenoberfläche auf ihrer unregelmäßig blasigen, schlackenartigen Ausbildung beruht. Stellenweise sind ovale bis längliche Aufragungen von etwa 0,5 mm Höhe zu erkennen, welche für jede Seitenfläche des Meteoriten ziemlich gleichsinnig verlaufen. In sich sind die Aufragungen asymmetrisch mit flachem Anstieg, mitunter einer Spitze, und steilerem Abfall, und erinnern gewissermaßen an die Form von Wanderdünen. Zweifellos stellen sie Fließerscheinungen dar, wobei die Längserstreckung der „Dünenketten“ quer zur Fließrichtung steht. Fließstreifen parallel zur Fließrichtung, wie sie von vielen Meteoriten beschrieben wurden (HUTTENLOCHER & HÜGI 1952; HEIDE 1957), fehlen unserem Stück. Es ist bedeutungsvoll, daß die Asymmetrie der Fließerscheinungen auf den Seitenflächen deutlich richtungsorientiert ist (Abb. 5). So kann aus ihrer Verteilung auf die (letzte) Lage des Meteoriten in bezug auf die Bewegungsrichtung in der Erdatmosphäre geschlossen werden. Wengleich die äußere Form es nicht sofort erkennen läßt, ist der Kieler Meteorit also ein „orientierter Meteorit“: Eine der spitzen Prismenkanten (rechts in Abb. 3) ist die während des Fluges der Erde zugewandte Brustseite. Damit ergibt sich die gegenüberliegende als Rückenseite, was durch die besonders dicke (etwa 1 mm) und blasig-schlackige Ausbildung der Schmelzkruste entlang dieser Kante bestätigt wird. In Abb. 3 ist dieser Schmelzwulst ganz links gerade noch erkennbar. Die Mächtigkeitsverteilung der Schmelzrinde auf den verschiedenen Flächen wurde nicht genau bestimmt, doch zeigen Schnitte deutlich, daß

die Seitenflächen sowie die rhegmaglyptenfreie Delle von sehr dünner, etwa 0,1 mm starker Kruste bedeckt sind, während eine 0,5 mm dicke Schmelzkruste die rhegmaglyptenreiche Eindellung überzieht.

Im großen und ganzen folgen die Ausbildungsarten der Schmelzkruste auf den Meteoritenflächen der Klassifikation von KRINOV (1960), wobei für den Kieler Meteoriten innerhalb der drei verschiedenen Klassen folgende Typen zutreffen:

Klasse I: Brustseite: Typ 1: mit sehr engständigem, nahezu glattem Gefüge.

Klasse II: Lateralflächen: Die oben beschriebenen dünenartigen Aufragungen kommen wohl KRINOV's geripptem Typ 2 am nächsten.

Klasse III: Rückenseite: Typ 2 = schlackenartig.

Besonders die Seitenflächen weisen neben den beschriebenen Oberflächenformen noch deutliche Knoten auf, z. B. am rechten Ende der großen Eindellung in Abb. 3, welche wahrscheinlich Schmelzreste von größeren Metall- und Erzeinschlüssen darstellen.

Daß die Orientierung des Meteoriten im Schwerfeld bis zum Aufschlag auf das Blechdach erhalten geblieben ist, beweisen die Spuren des Aufpralls an der Brustseite: Diese gesamte Prismenkante war beim Auffinden des Steines mit einer etwa 0,1 mm dicken Schicht aus roter Dachfarbe sowie Spuren vom Dachblech überzogen. Beim weiteren Durchschlagen des Daches wurden dann besonders die Endkanten mit Schuppen aus diesen beiden Substanzen überkleidet (Abb. 3 unterhalb der Delle).

2. Zusammensetzung des Meteoriten

Schon aus dem makroskopischen Befund der Schmelzkruste sowie des hellen Innengefüges (Abb. 4) folgt eindeutig, daß es sich bei dem Kieler Meteoriten um einen Steinmeteoriten handelt. Während die durch Beschädigung beim Aufschlag bloßgelegten Teile des Innengefüges keine weitere Zuordnung erlauben, zeigten sich beim Zersägen des Stückes makroskopische, rundliche Gebilde, „Chondren“ genannt, von 1-2 mm Durchmesser, welche nur in seltenen Fällen ausbrachen. Diese eigenartigen, vorwiegend kristallinen, kugeligen Knöllchen sind bisher nur als Bestandteile gewisser Meteoriten bekannt geworden. Sie gestatten die Zuordnung des Kieler Meteoriten zur Gruppe der Chondrite. Die vorherrschende Farbe seines Innengefüges ist licht hellgrau; davon hebt sich das etwas dunklere Grau einiger Chondren sowie der metallische Glanz der opaken (= undurchsichtigen) Bestandteile ab. Die Struktur ist körnig-kristallin, stellenweise zerrüttet.

Eine Hell-Dunkel-Aderung mit verbundener Pseudobrezienstruktur (Trümmergefüge aus kantigen Einsprenglingen in einer andersartigen Grundmasse), wie sie z. B. an den Meteoriten von Ramsdorf (MOSEBACH 1958), Breitscheid (HENTSCHEL 1959) und

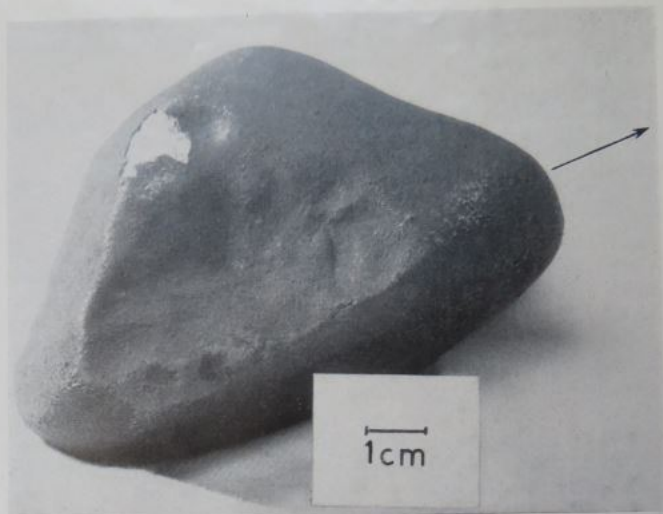


Abb. 3. Aufsicht auf die eine Endfläche des prismenförmigen Meteoriten mit der tiefen, rhexmaglyptenführenden Eindellung sowie feinen Rissen in der Schmelzkruste. Die Brustseite des Meteoriten ist im Bild rechts, seine Rückenseite links. Der Pfeil gibt also die Flugrichtung an. Unterhalb der Eindellung Überzug aus Dachfarbe.

Pantar (KÖNIG und Mitarbeiter 1961) beobachtet wurde, fehlt. Nach der hauptsächlich auf dem makroskopischen Erscheinungsbild der Meteoriten aufgebauten, recht unübersichtlichen Klassifikation nach ROSE-TSCHERMAK-BREZINA (BREZINA 1904) dürfte der Kieler Meteorit als intermediärer Chondrit (Gruppe B. 18) anzusprechen sein.

Im Mineralbestand des Meteoriten überwiegen Silikate. Dünnschliffe lassen hauptsächlich Olivin und farblosen Orthopyroxen (Bronzit) erkennen, daneben deutlich etwas Plagioklas, stellenweise mit engständiger Zwillingslamellierung. Klinopyroxen kommt in Spuren als Entmischungprodukt entlang der Fläche (100) einiger Orthopyroxene vor. Außerdem finden sich häufig isotrope, niedrig lichtbrechende Einschlüsse von sehr geringer Größe in den Silikatmineralien, welche wohl Glas sind. Sollte dasselbe Plagioklas-Zusammensetzung aufweisen, so ist es als „Maskelynit“ zu bezeichnen.

An Opakbestandteilen liegen nach freundlicher Bestimmung durch Herrn Professor RAMDOHR, Heidelberg, vor: Nickeleisen als α -Eisen (Kamacit) und γ -Eisen (Tänit), gelegentlich fein verwachsen als Plessit, Troilit, Chromit,

gediegen Kupfer, Chalkopyrrhotin, Valerit, Ilmenit. Außerdem kommen wahrscheinlich Spuren von Zinkblende vor. Magnetit wurde nur in einer Chondre als winziges Körnchen entdeckt.

Die Schmelzkruste besteht im wesentlichen aus silikatischem Glas mit Magnetit- und Hämatitskeletten.

Das Gefüge im Inneren des Meteoriten ist von einer außerordentlichen Vielfalt. Chondren der verschiedensten Zusammensetzung treten auf. In vielen Fällen verschwimmt ihre Abgrenzung gegenüber der Grundmasse. Die ursprünglichen Chondrengrenzen scheinen durch spätere Rekristallisation teilweise verwischt worden zu sein. Stellenweise Zerrüttungen des Gefüges sind jünger als diese Rekristallisation.

Die neuere Meteoriten-Klassifikation, begründet durch PRIOR (1920) und vervollständigt durch MASON (1962), beruht in erster Linie auf chemischer und gleichzeitig mineralogischer Grundlage. Nach dieser Einteilung kann es sich beim Kieler Meteoriten nur um einen Olivin-Bronzit-Chondriten oder um einen Olivin-Hypersthen-Chondriten handeln, also um einen Vertreter der beiden häufigsten Meteoriten-Arten. Obwohl eine sichere Zuordnung erst nach der chemischen Analyse möglich ist, kann eine ziemlich verlässliche Entscheidung

Abb. 4. An der einen beschädigten Stelle des Meteoriten (unten in Abb. 2) sind links im hellgrauen Steininneren kleine, glänzende Flitter aus Nickeleisen bzw. Troilit zu erkennen. — Vergr. etwa $4,5\times$.





Abb. 5. In der Schmelzkruste der Seitenflächen erkennt man asymmetrische, dünenartige Aufragungen. Aus ihrer Verteilung läßt sich die Richtung größten Luftwiderstandes beim Fall (im Bild von links nach rechts) erschließen. — Vergr. etwa 10 \times ; alle Aufn. G. BIRKE.

auch schon auf Grund der chemischen Zusammensetzung der Mineralbestandteile bzw. ihrer mengenmäßigen Anteile getroffen werden. Zu diesem Zweck wurde die Zusammensetzung des Olivins auf röntgenographischem Wege nach YODER & SAHAMA (1957) zu 75 $\%$ Forsterit und 25 $\%$ Fayalit bestimmt. Der Achsenwinkel weist die Orthopyroxene als Bronzite mit etwa 20-30 $\%$ FeSiO₃ aus. Schließlich macht der Mengenanteil des Nickeleisens nach einer groben Ausmessung eines Anschliffes etwa 5 Volumenprozent aus, was rund 11 Gewichtsprozenten entspricht. Danach ist der Meteorit mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Olivin-Hypersthen-Chondrit. (Der scheinbare Widerspruch, daß ein so bezeichneter Meteorit als Orthopyroxen Bronzit enthält, erklärt sich aus den Unterschieden zwischen der Meteoriten-Nomenklatur und der in der Mineralogie und Petrographie üblichen Aufgliederung der Orthopyroxenreihe.)

Ganz erstaunlich erscheint es, daß das verhältnismäßig schwere Meteoritenmaterial ein beträchtliches Porenvolumen aufweist, welches wenigstens 7 $\%$ des Gesamtvolumens des Steins ausmacht. Eine ähnliche Beobachtung wurde auch am Breitscheid-Meteoriten gemacht (HENTSCHEL 1959). Dieses Porenvolumen ist vermutlich durch die stellenweise kräftige Zerrüttung des Materials bedingt.

Es ist allerdings einzuräumen, daß der Wert des Porenvolumens durch die Auflösung von Meteoritensubstanz in dem zur Dichtebestimmung verwendeten destillierten Wasser schwach erhöht sein kann. Diese Vermutung wird gestützt durch die Beobachtung einer raschen Entwicklung von rostbraunen Flecken am Rande der Opakbestandteile, was auf das ursprüngliche Vorhandensein von Lawrencit, $(\text{Fe, Ni})\text{Cl}_2$, schließen läßt. Dennoch dürfte der Anteil dieses „sekundär erworbenen“ Porenraumes sehr gering sein. Die wahre Dichte des Meteoritenmaterials liegt bei 3,54, sein Raumgewicht (Porenraum eingerechnet) beträgt 3,29.

Zwar zählt der Kieler Meteorit nicht zu den durch ihre Größe besonders auffallenden Stücken — der größte in Deutschland gefallene Meteorit wog 16,5 kg —, bei der Seltenheit von solchen Funden erscheint er jedoch beachtenswert, da das genaue Datum des Falles bekannt ist und zudem mit den heute so verfeinerten Methoden der chemischen, vor allem auch radio-chemischen Analyse Aufschlüsse über seine kosmische Geschichte erhalten werden können.

Schriften: BREZINA, A. 1904: The arrangement of collections of meteorites. - Proc. amer. philos. Soc., **43**: 211-247. Philadelphia. — HEIDE, F. 1957: Kleine Meteoritenkunde. - 2. Aufl. Berlin. — HENTSCHEL, H. 1959: Der Meteorit von Breitscheid III. Petrographische Untersuchung. - Geodim. cosmodim. Acta, **17**: 323-338. Oxford. — HUTTENLOCHER, H. & HÜGI, TH. 1952: Der Meteorit von Utzensdorf. - Mitt. naturforsch. Ges. Bern, N. F., **9**: 67-128. — KÖNIG, H. & KEIL, K. & HIRTENBERGER, H. & WLOTZKA, F. & BEGEMANN, F. 1961: Untersuchungen an Steinmeteoriten mit extrem hohem Edelgasgehalt. I. Der Chondrit Pantar. - Z. Naturforsch., **16a** (11): 1124-1130. Tübingen. — KRINOV, E. L. 1960: Principles of meteorities. - (Pergamon Press) New York. — MASON, B. 1962: Meteorites. - (Wiley & Sons) New York. — MOSEBACH, R. 1958: Der Gesteinsmeteorit von Ramsdorf. - Natur u. Volk, **88** (10): 329-338. Frankfurt a. M. — PRIOR, G. T. 1920: The classifications of meteorites. - Miner. Mag., **19**: 51-63. London. — YODER, H. S. jr. & SAHAMA, TH. G. 1957: Olivine X-ray determinative curve. - Amer. Miner., **42**: 475-491. Menasha.

Verfasser: Dr. WERNER SCHREYER, Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Kiel, 23 Kiel, Olshausenstraße 40-60.