9. Der Meteoritenfall von Hökmark am 9. Juni 1954

Von

David Malmqvist

Am Vormittag des 10. Juni 1954 wurde vom schwedischen Rundfunk folgende über den finnischen Nachrichtendienst FN vom schwedischen Nachrichtendienst TT erhaltene Meldung ausgestrahlt:

„Von Östensö in Österbotten wurde am Mittwoch Abend um etwa 21.30 ein Meteor beobachtet, das sich senkrecht gegen die Erdoberfläche bewegte. Der Schweif des Meteors konnte während etwa 45 Minuten beobachtet werden.

Gemäss Messungen am Beobachtungsplatz ist das Meteor (der Meteorit) nahe der schwedischen Küste in der Höhe von Skellefteå nördlich Gamla Karleby ins Meer gefallen."

Dies war die erste Mitteilung über die Erscheinung eines schönen Meteors, das den hellen Himmel des nördlichen Teiles des Bottnischen Meerbusens und des umgebenden Küstenlandes während einiger Sekunden aufleuchtete und von vielen Personen in Västerbotten beobachtet wurde. Glücklicherweise erwies sich der letzte Satz der Meldung als nicht richtig, denn in einem kleinen Dorf Hökmark ($\varphi = 64°26'$, $\lambda = 21°12'$, siehe Fig. 1), etwa 39 km SSE von der Stadt Skellefteå, wurden zwei Jünglinge von einem Stein beinahe getroffen; ein Ereignis, das natürlich grosse Aufmerksamkeit eregte, die sowohl den Stein selbst, als auch die mit dem Absturz verbundenen Erscheinungen betraf. Später am selben Tage, dem 10. Juni, gab man über das Ereignis im Rundfunk folgenden Bericht:

„Im Dorf Hökmark südlich Skellefteå waren zwei Brüder nahe daran von einem Stein getroffen zu werden, der vermutlich von einem Meteor herrührte. Das Meteor, vom Bottnischen Meerbusen kommend, bewegte sich in nordwestlicher Richtung über dem Küstenland von Västerbotten.

Die Brüder Åke und Bertil Pettersson hörten plötzlich in der Luft einen pfeifenden Laut und danach einen Knall, der von dem nicht weit entfernten Aufschlag herstammte. Unmittelbar nachher wurde wieder ein pfeifender Laut gehört, und ein Stein, gross wie eine Streichholzschachtel, schlug nur wenige Meter von den Beiden in den Boden, wobei beim Aufschlag am Fussweg eine kleine Grube entstand. Es schien sich um irgendein verbranntes Gestein zu handeln, welches die Brüder in Verwahrung nahmen.

Von mehreren Plätzen in Skellefteå und südlich davon haben verschiedene Personen zum selben Zeitpunkt — etwa um 21.30 Uhr — eine grosse Feuerkugel wahrgenommen, wahrscheinlich ein Meteor, das sich am Himmelsgewölbe bewegte. Die Erscheinung wurde von starken Detonationen begleitet."

In dieser Meldung wird nichts von dem Fund eines zweiten Meteorits erwähnt, der am selben Tag gemacht wurde. Hierüber soll unten näher berichtet werden.

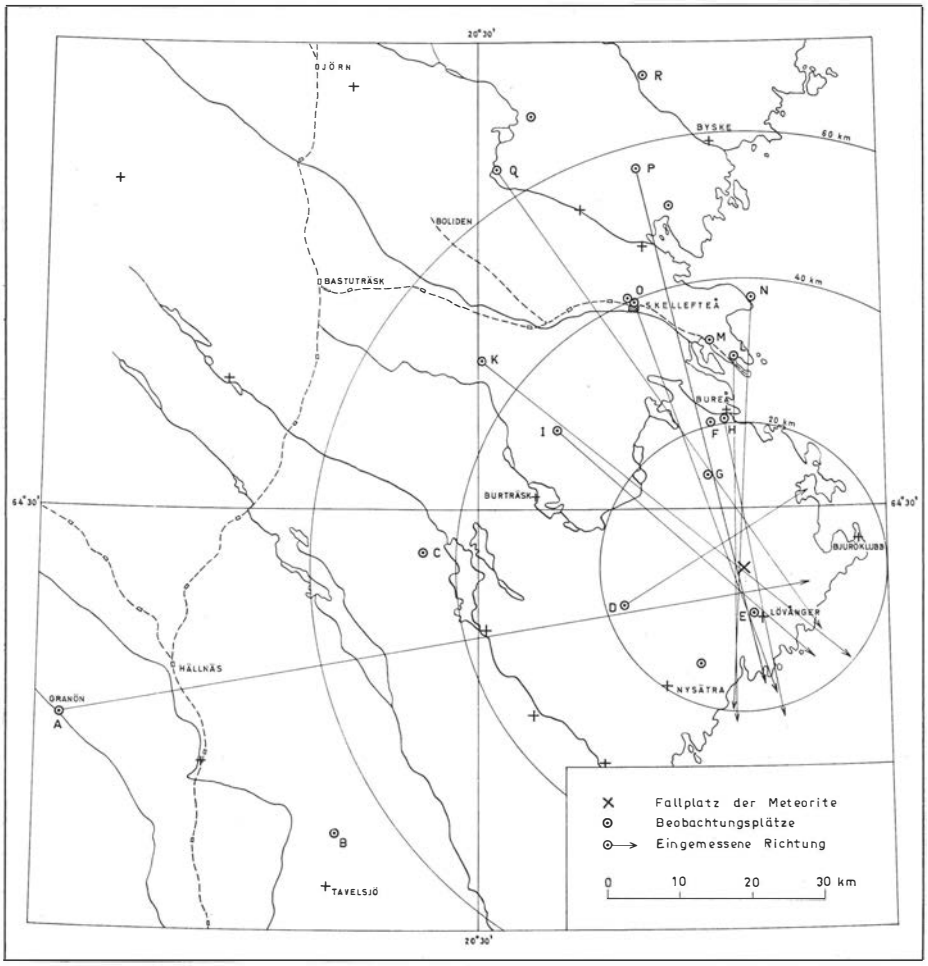


Fig. 1.

Beobachtungen an den Fallplätzen

Früh am Morgen des 11. Juni wurde der Verfasser von Professor F. E. Wickman an dem Reichsmuseum in Stockholm angerufen. Er hatte die Mitteilung im Rundfunk gehört und glaubte aus der Formulierung des Berichtes entnehmen zu können, dass es sich um einen wirklichen Meteoritenfall handelte. Schon am Mittag selben Tages war der Verfasser am Platz des Falles und konnte an Hand der vorgewiesenen Steine sofort konstatieren, dass es sich um wirkliche Meteorite handelte.

Die Fallplätze liegen im östlichen Teil des Dorfes Hökmark etwa 800 m westlich der grossen Landstrasse (Reichsweg 13) und nahe einer kleineren Strasse, die mit der Landstrasse in Verbindung steht und den östlichen und

westlichen Teil des Dorfes verbindet. Genauer gesagt liegen die Plätze etwa 200 m SE der südöstlichsten Ecke des kleinen Sees „Hedträsket" und 400 resp. 550 m N vom letzten „k" in Hökmark, was aus der topographischen Karte im Masstab 1 : 100.000 hervorgeht.

Fallplatz des Meteorits II

In der Kartenskizze (Fig. 2) sind die Häuser, die Strasse und der Privatweg in der Umgebung der Fallplätze eingezeichnet. Etwa 10 m von der Strasse entfernt im südlichen Teil der Skizze, liegt ein kleines Gehöft *A*, dessen Besitzer, Anders Oskar Pettersson, der Vater der beiden Brüder ist.

Beim ersten Besuch traf der Verfasser den Vater und Åke Pettersson. Der letzgenannte erzählte dabei (die Angaben wurden später mit den von Bertil Pettersson ergänzt und kollationiert), dass er und sein Bruder um halb zehn Uhr abends mit einer kleinen Reparatur des Motorrades beschäftigt waren. Sie standen ungefähr 3 m von der südöstlichen Ecke des Hauses in der Richtung des Brunnens *B* (siehe die Abbildungen, Fig. 2, 3 und 4; in Fig. 2 ist der Aufenthaltsplatz der Jünglinge mit einem Punktring markiert) und sahen plötzlich den Boden wie durch einen Blitz aufgehellt. Als sie ihre Blicke nach unten gerichtet hatten, sahen sie nichts von dem leuchtenden Meteor, als sie aber ihren Blick nach oben richteten, sahen sie zwischen einigen Wolken, ungefähr im Zenit, einen Rauchstreifen am Himmel (Bertil P. meinte er war beinahe im Zenit, ev. ein wenig nördlich davon). Sie hörten nach einer Weile ein kräftiges aber gefühlsmässig entferntliegendes Donnergekrach. Ungefähr eine halbe bis eine Minute nachdem das Donnern aufgehört hatte, kam das Pfeifen von dem ersten Meteorit, das plötzlich aufhörte. Sie hörten nicht sicher oder jedenfalls undeutlich den Laut des Aufschlages, bekamen aber das Gefühl, dass der Stein hinter den Kuhstall *D* des Nachbarn gefallen war. Nach einer weiteren halben bis einer Minute nach dem ersten Pfeifen[1] kam ein anderes, das gleichzeitig mit einem Knall gegen den Boden aufhörte. Im selben Moment sahen die beiden Brüder den Stein, der sich nach einem kleinen Abprall auf dem hart getretenen Fussweg vor dem Hause hinlegte.

Wie aus der Kartenskizze (Fig. 2), wo die genaue Lage des Meteorits mit einem Kreuz bezeichnet ist, hervorgeht, war der Abstand von den Jünglingen bis zu dem Meteorit kaum 4 m. Åke P. lief sofort heran und nahm den Meteorit in die Hand. Der Stein fühlte sich weder kalt noch warm an. Åke P. meinte, dass der Stein dieselbe Temperatur wie die umgebende Luft hatte. Er schätzte, dass er den Meteorit etwa 10–20 Sekunden nach dem Aufprall in die Hand nahm.

Die Jünglinge hatten die Auffassung, dass die Steine vertikal von oben kamen,

[1] Bertil P. hat später gemeint, dass dieses Zeitintervall allzu gross ist und behauptet, die Steine seien im Abstand von nur wenigen Sekunden gefallen. Der Reporter der Lokalzeitung N.V. hat nach dem Gespräch mit den beiden Brüder am 10. Juni „etwa eine Minute" geschrieben, was in der TT Meldung zu „unmittelbar nachher" übersetzt ist.

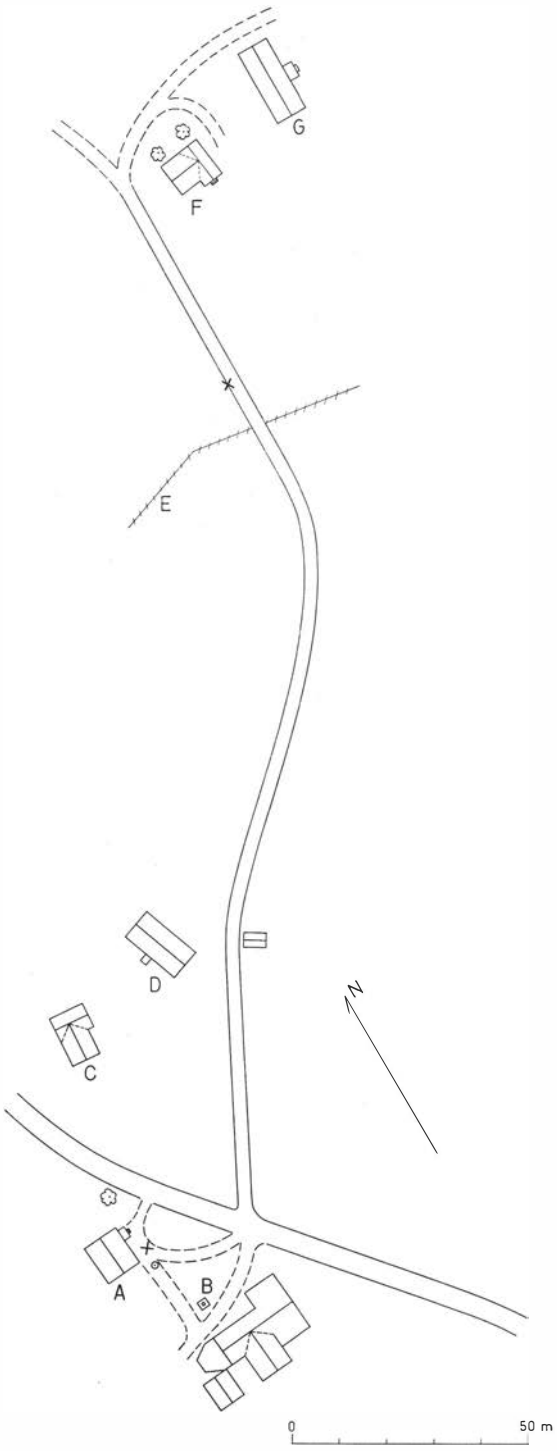


Fig. 2.

Fig. 3. Die beiden Brüder Bertil (links) und Åke Pettersson halten den Meteorit II, der sie bei dem Fall beinahe getroffen hätte. Photo: Skelleftebild 10.6, 1954.

möglicherweise aus südlicher Richtung. Bei der Nachforschung auf dem Himmel konnten sie noch den Rauchstreifen sehen, der sich zu einem Ring entwickelte und allmählich auflöste. Wie lange dies dauerte, konnten sie aber nicht sicher angeben, weil die Beobachtungen teilweise durch tiefliegende Wolken stark gestört waren.

Der Vater, Oskar Anders Pettersson, hielt sich während des Meteoritenfalles in der Küche des Hauses, die sich in dessen Nordostecke befindet, auf. Er erzählte, dass er durch das Fenster im Osten das Licht des Blitzes sah und danach den Donner hörte. Sein erster Gedanke war, dass ein Gewitter aufzog und er ging quer durch die Küche um den Rundfunk auszuschalten. Als er dies getan hatte, ging er bis zum Fenster zurück und hörte im gleichen Augenblick den Knall des herunterfallenden Steines. Durch das Fenster blickend, sah er, wie Åke P. seine Hände so über dem Kopfe hielt, als ob er sich gegen eine Beschiessung schützen wollte.

Der Meteorit verursachte eine kleine, beinahe kreisrunde Fallgrube, die in einer Unterlage von feinem hartgepackten Sand etwas über 1 cm tief war und einen Durchmesser von etwa 6 cm hatte. Nach dem Abprall und einem Sprung von 17 cm blieb er am Boden in der Richtung N 20°W von der Fallgrube liegen, wo er ein unbedeutendes und ziemlich undeutliches Zeichen im Sand hinterliess.

Fallplatz des Meteorits I

Die beiden Brüder Åke und Bertil Pettersson suchten eifrig aber vergeblich am Abend und früh am folgenden Morgen des 10. Juni nach dem zuerst ge-

Fig. 4. Die Fallgrube (zwischen der unteren Ecke der weissen Karte und dem unteren Rand des Bildes) und deren Lage zu den beiden Brüdern im Moment des Meteoritenfalles. Photographische Rekonstruktion am folgenden Tage. Photo: Skelleftebild 10.6, 1954.

fallenen Meteorit. Er wurde später am Tage zwischen 10 und 11 Uhr von Kjell Pettersson, einem fünfjährigen Sohn des Bror Karl Pettersson, dem Besitzer der beiden Häuser *F* und *G* auf der Kartenskizze (Fig. 2), gefunden. Er lag etwa 180 m in Richtung N 35°E vom Fallplatze des Meteorits II und die Fallgrube, die sich genauer bestimmt in einem Abstand von 40 m SW von der Südwestecke des Sommerhauses *F* befand, lag nur 20 cm von der Westkante des hartgepackten Privatweges, der von der Landstrasse zu dem Gehöft *FG* führt. Sie war bei dem ersten Besuch des Verfassers ganz unversehrt und der Meteorit selbst passte mit der Brustseite nach unten aussergewöhnlich gut in die Grube. Nach Angabe des kleinen, aufgeweckten und aufmerksamen Knabens ist der Meteorit ohne abzuprallen in der Fallgrube liegen geblieben.

Die Fallgrube, umgegeben von recht feinem Kiessand, war etwas oval, 8 cm lang, 6 cm breit und etwa 1,5 cm tief.

Im Gehöft *FG* hatte man das Meteor nicht gesehen, hörte aber den Laut von den Explosionen. Kjells Mutter, Valborg Pettersson, meinte, dass sie mehrere Explosionen gehört hatte und dazwischen vernahm sie einen Laut wie von einem kräftigen Motorrad.

Typus der Meteorite

Die beiden Hökmarksmeteorite sind deutlich orientierte Steinmeteorite. Sie ähneln einander in mehreren Beziehungen, haben aber beim Vergleich miteinander recht spezielle Charakterzüge. Dies betrifft besonders die Form der Meteorite.

Hökmarksmeteorit I

Der Hökmarksmeteorit I kann als eine flache dreiseitige Pyramide mit schwach konkaven aber ungewöhnlich ebenen Pyramidenflächen *a*, *b*, *c* und einer etwas mehr unebenen Basisfläche *e* charakterisiert werden (siehe Tafel I). Die Pyramidenflächen bilden die Vorder- oder Brustseite und die Basisfläche die Rückseite. Ausser diesen vier Flächen kann eine kleine, trianguläre und konkave Fläche *d* im Grenzgebiet zwischen den Prismenflächen *a*, *b* und der Basisfläche *e* beobachtet werden. Die Kanten zwischen den Pyramidenflächen sind ziemlich gerade und wenig abgerundet, während die Kanten zwischen Vorder- und Rückseite sehr abgerundet sind, wodurch die Begrenzung zwischen den Pyramidenflächen und der Basisfläche undeutlich wird.

Der Apex liegt unsymmetrisch, was auf dem Photo der Vorderseite (Tafel I:1) besonders deutlich ersichtlich ist. Wegen der exzentrischen Lage des Apex ist die Pyramidenfläche *a* mehr als doppelt so gross wie die beiden anderen, beinahe gleichgrossen Flächen *b* und *c*.

Der Meteorit ist von einer schwarzen bis bräunlichschwarzen Schmelzrinde überzogen, die ziemlich glatt ist. Die Flächen, besonders an der Vorderseite, machen aber einen Eindruck als seien sie von Sand mit zum Teil eckigen, ausstehenden Körnchen bestreut. Sowohl die Körnchen als auch die umgebenden Partien der Flächen scheinen wie von einer dünnen, kleingerunzelten Schmelzhaut bedeckt zu sein, bei welcher die einzelnen Runzeln eine Tendenz zu radialstrahliger Orientierung haben.

Abgesehen von einigen kleinen und flachen Unebenheiten, sind die Pyramidenflächen ziemlich frei von Vertiefungen. Nur an der *e*-Fläche kann in der Nähe des Apex ein kleiner, runder Eindruck beobachtet werden, der möglicherweise eine geheilte, überkrustete Absprengung darstellt (COHEN 1903). Weiter unten an derselben Fläche, nahe der Kante zu der Fläche *a*, ist noch ein unbedeutender Eindruck von beinahe quadratischer Begrenzung mit steilen abfallenden Wänden zu sehen.

Die Rückseite zeichnet sich durch flache, wenig hervortretende Aufwölbungen und Furchen aus, die in der Mitte keine ausgeprägte Orientierung haben, sich aber im abgerundeten, konvexen Randgebiet wellenförmig anordnen und etwa senkrecht gegen die Kanten zu orientieren suchen.

Ein Stückchen von dem spitzigen Teil des Meteorits wurde bei dem ersten Besuch des Verfassers abgeschlagen. Bei dieser ein wenig unzarten „Untersuchungsmethode" seitens der Dorfbewohner entstanden auch einige Beschädigungen an der Schmelzrinde. Die abgeschlagenen Teile konnten trotz hartnäckigen Nachsuchens nicht wiedergefunden werden.

Makroskopisch kann man feststellen, dass der Stein unter der Schmelzrinde aus einer grauen, kristallinen Grundmasse mit diffusen, runden Chondren besteht. Sowohl in der Grundmasse als auch in den Chondren sitzen ziemlich

reichlich wohlausgebildete Kriställchen aus Nickeleisen und einzelne Troilitkörnchen.

Der Meteorit gehört zu den grauen Chondriten (Cg) nach dem System von BREZINA. Seine Länge ist etwa 8 cm, seine Breite 7 cm und die Höhe 4 cm. Sein Gewicht ist 196,7 g und die Dichte einschliesslich der Schmelzrinde 3,55 g/cm³. Schätzungsweise war sein Gewicht vor der Verstümmelung 202–207 g.

Hökmarksmeteorit II

Die Gestalt des Hökmarksmeteorit II kann auch als eine dreiseitige Pyramide beschrieben werden (Tafel II). Auf den Flächen der Vorderseite treten aber so viele kleinere Gruben und fingerförmige Eindrücke auf, dass diese Gestalt weniger scharf zum Vorschein kommt. Die Kanten zwischen den Flächen der Vorderseite sind ungerade, uneben und weniger deutlich gezeichnet. An der Vorderseite kann ausser den Pyramidenflächen noch eine kleine Fläche *d* und möglicherweise eine solche *f* unter der Basis der Pyramidenfläche *b* im Grenzgebiet zu der Basisfläche *e* unterschieden werden. Auch auf der Basisfläche sind mehrere unregelmässige Vertiefungen und kleinere Gruben vorhanden, daneben wie an dem Meteorit I Furchen und Rippen, die zum Teil wellenförmig orientiert sind.

An der Grenze zwischen den Flächen *a* und *c* und in einem Abstand von etwa 1 cm von dem nicht so ausgeprägt unsymmetrischen Apex liegt eine sehr auffallende Absprengungsgrube mit ziemlich steil abfallenden Wänden. Sowohl diese als auch der Boden der Grube ist von einer etwas dünneren Schmelzhaut gleich dem übrigen Stein überzogen.

Im übrigen scheint die Schmelzrinde und die Grundmasse der beiden Meteoriten einander gleich zu sein. An einigen Punkten ist die Schmelzrinde losgerissen oder beschädigt, was scheinbar teils durch den Aufprall auf der Erdoberfläche, teils durch die rohe Behandlungsweise der Finder verursacht wurde.

Die Länge des Meteorits ist etwa 5,5 cm, die Breite 4,5 cm und die Höhe 3,5 cm. Sein Gewicht ist 108,8 g und die Dichte einschliesslich der Schmelzrinde 3,57 g/cm³.

Weitere Untersuchungen an den Meteoriten

Die beiden Hökmarksmeteorite wurden nach der Ausbezahlung eines angemessenen Honorars an die Auffinder von der mineralogischen Abteilung des Reichsmuseums in Stockholm, wo sie jetzt aufbewahrt sind, übernommen. Sie sind zur Zeit Gegenstand einer mineralogischen, petrographischen und chemischen Untersuchung, deren Resultate bald von Dr. KURT FREDRIKSSON publiziert werden sollen.

Beobachtungen bei dem Auftreten des Meteors

Bedingungen im Fallgebiet

Das Auftreten des Meteors geschah um 21.30–21.32 Uhr, nur etwa 25 Minuten vor dem Untergang der Sonne (berechnet zu 21.56 am Fallplatz). Die Sonne stand im Moment der Erscheinung des Meteors nur etwa ein Grad (genauer berechnet 52′) in Richtung N 31°W über dem Horizont. Sowohl höher gelegene Teile der Landschaft als auch Gegenstände am Himmel wie Wolken und Rauch waren folglich von der Sonne in einer vollendeten Weise fassadenbeleuchtet.

Die meteorologischen Bedingungen waren nicht so günstig wie die Beleuchtung, jedenfalls nicht in der Nähe des Fallplatzes. Um 19.00 Uhr wurde an der meteorologischen Observationsstation in Bjuröklubb, 16 km von Hökmark, klares Wetter, eine Temperatur von 10°C und SW-Wind bei einer Stärke von 6 m/sek. gemeldet. Um 1.00 Uhr am 10. Juni hatte man trübes Wetter mit Nebel, eine Temperatur von 6°C und Wind derselben Stärke von SSW. In Holmsund, der nächsten meteorologischen Station 104 km weiter gegen Süden, hatte man schon am 19.00 Uhr trübes Wetter mit Nebel und einem Wind von SW (7 m/sek.), der sich allmählich auf Süd und Südost drehte. Wolkenmassen mit niedrigen Wolken und Nebel zogen folglich nordwärts und standen offenbar zum Zeitpunkt des Erscheinens des Meteors mit ihrer Front zwischen Hökmark und Bureå. Diese Front erstreckte sich recht weit gegen Westen ins Binnenland bis westlich von Burträsk, wo indessen geringe Bewölkung herrschte. Nord, West und Südwest von dieser Front herrschte klares Wetter.

Berichte von einzelnen Beobachtern

Im Zusammenhang mit dem Erscheinen des Meteors wurden in der Lokalpresse kleine Notizen gebracht, in denen Personen, die das Meteor gesehen hatten, gebeten wurden, sich entweder mit der Redaktion oder mit dem Verfasser in Verbindung zu setzen. Es strömte hierbei eine grosse Anzahl von Anmeldungen ein. Bei vielen von diesen handelte es sich aber um an und für sich sehr interessante Angaben über früher gefallene Meteorite, beobachtete Meteore oder um vermeintliche Meteorite, die zum Teil untersucht wurden, aber sicher nichts mit dem besprochenen Meteor zu tun hatten.

Insgesamt kam der Verfasser hierdurch mit 37 Personen in Kontakt, die ziemlich sicher das Meteor beobachtet hatten und die wahrscheinlich nur einen Bruchteil der wirklichen Beobachterzahl ausmachen. Sie haben ihre Observationen entweder brieflich (unten bezeichnet mit *B*) oder telefonisch (*T*) mitgeteilt. Viele von den Beobachtern, besonders diejenigen, die nach der ersten Anmeldung gute Richtzeichen zu haben behaupteten, hat der Verfasser

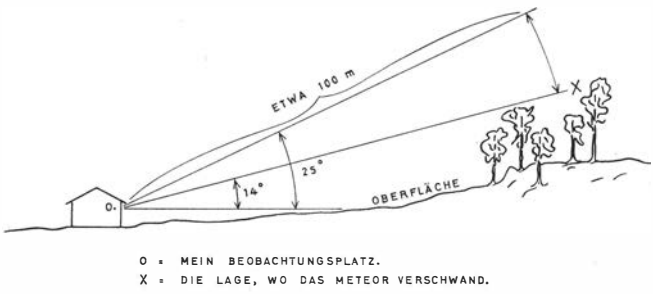


Fig. 5.

persönlich besucht (*P*), um die Richtung besser einzumessen. Im allgemeinen sind die Angaben erstaunlich übereinstimmend, doch gibt es auch solche, die einander widersprechen.

In dem beschränkten Spaltenraum, der hier zur Verfügung steht, können nicht alle Berichte hereingenommen werden. Es sind daher nur die nach der Ansicht des Verfassers wichtigen herausgenommen worden.

1. Beobachter in Süd, Südwest und West

Beobachtungen aus Süd und Südwest sind relativ spärlich, was sicher seine Ursache in der erwähnten Wolkenbildung in dieser Richtung hat.

Die am weitesten entfernte Beobachtung scheint die erst erwähnte von der finnischen Seite zu sein. Östensö liegt 125 km SSE von dem Fallplatze. Leider konnten trotz Versuche keine weiteren Berichte von der finnischen Seite erhalten werden.

Beobachter A (*B, T*): Er befand sich, wie aus der Kartenskizze (Fig. 1) hervorgeht, in einem Abstand von 96 km von dem Fallplatz. Er schreibt in einem Brief vom 15. Juni: „Mittwoch Abend um etwa 21.30 beobachtete ich einen leuchtenden Gegenstand, der sich mit grosser Geschwindigkeit über den Himmel bewegte. Ich beobachtete den Gegenstand während einer sehr kurzen Zeit und er schien gerade von oben zu kommen und fiel gegen die Erdoberfläche längs der Linie, die ich auf der beigefügten Karte eingezeichnet habe. Nach meiner Auffassung fiel er auf den Platz, den ich mit einem *X* markiert habe. Mein Observationsplatz ist mit *O* bezeichnet. Die Richtung auf der Karte ist mit einem Kompass von zwei Visierpunkten aus (Fensterrahmen und eine Kiefernkrone, zwischen denen der Gegenstand sich bewegte) genau bestimmt. Kein Laut wurde gehört, was möglicherweise darauf beruhte, dass ich mich im Hause befand."

Kommentar: Der Beobachter hat später brieflich eine Skizze mit eingemessenem Höhenwinkel (Fig. 5) gesandt. Er hat deutlich das Meteor von 25° bis 14° gesehen. Nach oben war die freie Aussicht vom oberen Fensterrahmen begrenzt. Er kann nicht ganz sicher sagen, ob das Meteor hinter der Kiefernkrone erlosch oder auf eine andere Weise verschwand.

Der Beobachter hat weiter mitgeteilt, dass das Wetter klar war, aber es schien in östlicher Richtung ein wenig neblig zu sein. Der Gegenstand war recht gross, etwa wie der Mond, und daneben konnte ein weit kleinerer Gegenstand nach dem Hauptkörper beobachtet werden. Er fiel vertikal, möglicherweise mit einer unbedeutenden Neigung gegen Norden.

Beobachter B (*B*): Der Beobachter B (13 Jahre alt) befand sich in Tavelsjö, 67 km südwest von dem Fallplatze. Er schreibt, dass er um 21.32 Uhr (er sah unmittelbar nach dem Leuchten auf die Uhr) eine grosse, gelbleuchtende Feuerkugel gesehen hatte, die

sich in nordöstlicher Richtung senkrecht gegen die Erde bewegte. Die Feuerkugel war etwa gleich gross wie der Mond. Das Wetter war ziemlich klar und er konnte deutlich wahrnehmen, dass die Kugel zwei Handbreiten (etwa 18°) oberhalb des Horizontes erlosch. Die Lichtphänomene dauerten etwa eine Sekunde. Etwa zwei Minuten nachher wurde ein dumpfes Rollen gehört.

Beobachter C (*B*): Er befand sich in Wästanbäck, etwa 18 km WSW von Burträsk und 44 km westlich von dem Fallplatze. Er schreibt unter anderem: „Ich war am Abend draussen und arbeitete 50 m nördlich von meinem Hause. Etwa um 21.25 lag in nördlicher Richtung eine schöne, rotgefärbte Wolke. Plötzlich hörte ich einen zischenden Laut und sah im selben Moment einen Lichtschein auf dem Boden. Ich guckte auf den Himmel hinauf und sah eine Feuerkugel in grosser Höhe. Sie kam von Westen und bewegte sich gegen eine dicke Wolke im Osten. In der Spur der Kugel bildete sich ein heller Rauchstreifen. Im selben Moment, als die Feuerkugel hinter der Wolke im Osten verschwinden sollte, sah ich wie kleine Feuerfunken aus der grossen Kugel herausgeschleudert wurden. Vier Minuten nachdem die Kugel hinter der Wolke verschwand, hörte ich ein dumpfes aber ziemlich kräftiges Rollen, das ein paar Minuten anhielt. Der helle Rauchstreifen war ungefähr 8 Minuten zu sehen, ehe er sich in zwei helle Wölkchen teilte, die bevor sie hinter grossen Wolkenmassen verschwanden, noch etwa 10 Minuten zu beobachten waren".

Kommentar: Die Beobachtungen der Beobachter B und C sind im grossen gesehen sehr plausibel. Die Angabe über die ersten Schallerscheinungen, die der Beobachter C gleichzeitig oder vor den Lichtphänomenen hörte, wirkt verblüffend, kommt aber, wie später noch zu sehen sein wird, in mehreren Berichten vor. Die Zeitdauer zwischen den Lichtphänomenen und dem Rollen scheint der Beobachter B zu kurz, der Beobachter C zu lang geschätzt zu haben. Eine Umdrehung der Zeitangaben hätte besser gestimmt. Die Angabe des Beobachters C, dass er das Meteor in grosser Höhe gesehen hat, muss bedeuten, dass es jedenfalls am Anfang 60° bis 65° über dem Horizont lag, was bedeuten sollte, dass es schon in der Höhe von 75 bis 95 km leuchtete oder weit höher als der Beobachter A (höchster Sehwinkel 45 km) es sehen konnte.

Beobachtergruppe D (*T*, *B*, *P*): In dem kleinen Dorf Kålaboda, 18 km WSW des Fallplatzes, haben mehrere Personen das Meteor gesehen. Es wird ein Brief von einer von diesen zitiert: „In einer Notize in N.V. (die Lokalzeitung) hat der Briefschreiber (selbst sehr interessiert an dem „Hökmarkskomet") gelesen, dass Berichte über alle Beobachtungen mit Dank angenommen werden. Drei Zeugen, nämlich ausser mir mein Sohn, Herr Sigvard Persson und Frau Olga Lindmark, die alle in Kålaboda wohnen, können bestätigen, dass die unten stehenden Angaben richtig sind. Am Abend des betreffenden Tages wurde im Luftraum ein zischender Laut gehört, und eine Feuerkugel wurde beobachtet, die mit hoher Geschwindigkeit den Zenit passierte. Im nächsten Augenblick schossen aus der Feuerkugel drei Blitze in dichter Folge. Nach etwa 20–25 Sekunden wurden die Detonationen gehört, die so kräftig waren, dass die Fensterscheiben klirrten. Darf man vermuten, dass der Splitter, der bei dieser Explosion entstand und als Blitz aufgefasst wurde, in Hökmark gelandet ist? Dort wo die Feuerkugel krepierte, blieben einige helle Wölkchen zurück, die ohne sich dabei zu verändern während einer halben Stunde wahrgenommen werden konnten.

Ich selbst ging etwa 10 Sekunden nach dem ersten Gekrach hinaus, fasste das Geräusch als ein Mittelding zwischen freundlichem Donnergrollen und dem Laut, der beim Schiessen mit grober Artillerie gehört wird, auf. Es ist eine Tatsache, dass das Meteor Kålaboda und Hökmark in nordnordöstlicher Richtung passierte. Wenn man einen Strich von dem Åkullsee in Bygdeå bis Burvik an der Küste zieht, so bekommt man einen Begriff von der Richtung.

Hochachtungsvoll
I J Pettersson

P.S. Nach einer Notize in N.D. (eine andere Lokalzeitung) sollte sich das Meteor in südlicher Richtung bewegt haben. Absolut fehlerhaft! Wie konnte es unter solchen Umständen Kålaboda–Hökmark passieren, um zuletzt ausserhalb Burvik ins Meer zu fallen? Es kann doch wohl kein Bumerang sein. D.S."

Kommentar: Die Diskrepanz in dem Postskriptum zwischen den nördlichen und den südlichen Beobachtern zeigt, dass der Fallplatz irgendwo zwischen ihnen zu suchen war. Bei einem persönlichen Besuch kam nicht so viel neues heraus. Offenbar hatten die Beobachter das Meteor sehr hoch am Himmel und nicht niedriger als 45° über dem Horizont gesehen. Frau Lindmark konnte von ihrem Observationsplatze aus ein Richtungszeichen am Boden angeben; sie musste da aber recht viel von einer sehr hohen Lage über dem Horizont extrapolieren. Die eingemessene Richtung, die als sehr unsicher betrachtet werden muss, stimmt aber mit der in dem Brief angegebenen bis auf 5° überein. Beobachtungen von der niedrigsten Bahn des Meteors waren scheinbar wegen der Wolken nicht möglich.

Beobachter E (6,5 km vom Fallplatz, *P*): Der Beobachter, der sich bei Selet nahe dem Fallplatze befand, erzählte, dass er, mit Ackerbauarbeiten beschäftigt, das Meteor hoch am Himmel sah. Er konnte aber seine Beobachtungen nur zwischen den Wolkenlücken machen. Er bekam die Auffassung, dass das Meteor von Nord oder von Hökmark kam und ihn westlich passierte. Er konnte deutlich zwei Blitze beobachten und meinte, dass sich der nachfolgende Rauchstreifen zick-zackförmig gegen den Himmel abzeichnete. Der Rauchstreifen blieb 5–10 Minuten still stehen, woraus er folgerte, dass der Wind in der Höhe des Rauchstreifens unbedeutend gegenüber dem Wind am Boden sein musste. Der Schall kam nach etwa einer Minute, war unregelmässig und ähnelte dem eines kräftigen Motorrades mit offener Klaffe.

2. *Beobachter in Nord und Nordwest*

Beobachterin F (20 km vom Fallplatze, *B*, *T*, *P*): Die Beobachterin F, eine Dame aus dem kleinen Ort Bureå, hat eine sehr rätselhafte Beschreibung geliefert über das, was sie im Zusammenhang mit dem Auftreten des Meteors erlebte. Sie war mit etwas Müll auf dem Wege nach Bureås Abladestätte, 2 km WSW von Bureå. Etwa 200 m von dieser auf dem Waldweg hörte sie einen scharfen Knall wie von einem Kanonenschuss. Ungefähr gleichzeitig sah sie das helle Licht von einem Gegenstand, von dem sie annahm, dass es sich um ein stürzendes Flugzeug handelte. Unmittelbar nachher fing es an, kleine Steine zwischen den Bäumen zu regnen. Ein kleiner Steinsplitter fiel einige Zentimeter oberhalb des Handgelenkes auf die Innenseite ihres linken Armes und verursachte eine unangenehme Brandwunde. Mit der rechten Hand schlug sie den Steinsplitter fort, nahm ihn aber nicht in Verwahrung, weil sie überhaupt mit keinem Gedanken vermutete, es könnte sich um einen Meteorit handeln. Einige Tage später, als sie in der Presse über den Meteorit gelesen hatte, fing sie an, Steine von dem vermeinten Fallplatze aufzusammeln.

Kommentar: Die Erzählung ist, wie gesagt, sehr rätselhaft. Bei einem Besuch des Verfassers 3 Wochen später konnte die Beobachterin noch eine Narbe von der Brandbeschädigung aufzeigen. Sie machte durchaus keinen unzuverlässigen Eindruck. Sie konnte von ihrem Beobachtungsplatz aus, trotz der recht dichten Bewaldung, aus ihrem Gedächtnis eine Richtung zu dem Meteor angeben, die jedenfalls nicht mehr als 5° von der richtigen abwich. Das eingesammelte Material bestand aber zum grössten Teil aus verbrannten Koks, der in der Nähe der Abladestätte natürlich sehr verbreitet war. Der Verfasser konnte nach einem zweistündigen Suchen kein meteoritenähnliches Material finden.

Möglicherweise liegt die Erklärung dieses Berichtes, der der merkwürdigste von allen

im Zusammenhang mit diesem Meteoritenfall ist, auf psychologischer Ebene und beruht auf einer starken Selbstsuggestion im Moment des Auftretens von sehr eigentümlichen, früher nicht erlebten Ereignissen.

Beobachtergruppe G (13 km vom Fallplatz, *T*, *P*): Einige Dorfbewohner in Istermyrliden berichteten, dass sie zwei scharfe Knalle hörten, die in ein kräftiges donnerähnliches Grollen übergingen. Sie sahen auch den Blitz, waren aber im Hause, und als sie hinausgingen, konnten sie den Rauchstreifen in südlicher Richtung wahrnehmen. Einige von ihnen, die glaubten, dass der Blitz den Wald entzündete, liefen hinaus, um die Feuerstelle zu lokalisieren. Sie konnten aber nichts finden. Einige von ihnen behaupteten auch einen deutlichen Brandgerauch wahrgenommen zu haben.

Beobachterin H (20 km von Fallplatz, *P*): Die Beobachterin, die sich auf dem Friedhof in Bureå befand, erzählte, dass sie um 21.20 Uhr angefangen hatte, Blumen auf den Gräbern zu begiessen. Etwa 10–15 Minuten nachher hörte sie einen zischenden Laut, blickte hinauf und sah dann die Feuerkugel hoch am Himmel. Sie war rund und gross wie der Mond, bewegte sich in südsüdöstlicher Richtung und verschwand hinter einer hohen Birkenkrone auf der Südseite des Friedhofes. Die angegebene Richtung war etwa S 10°E und der Höhenwinkel zu dem Wipfel der Birke etwa 25°. Nachher hörte sie einen gewöhnlichen Donner.

Beobachter I (32 km vom Fallplatz, *T*, *P*): Der Beobachter, der sich auf einem Wege ausserhalb seines hochliegenden Hauses mit offener Fernsicht gegen Süd und Ost befand, sah den unteren Bahnteil der Feuerkugel, die sich in östlicher Richtung bewegte. Sie verschwand hinter einigen Wolken und danach hörte er ein unregelmässiges Donnergrollen. Der Laut erinnerte an einen Schuss mit einem Salongewehr. Der Beobachter konnte ein gutes Richtzeichen von seinem Observationplatze aus angeben.

Beobachtergruppe K (46 km vom Fallplatz, *T*, *P*): Die Beobachter sind zwei Brüder aus dem Dorf Valliden, die um etwa 21.30 Uhr mit Säen auf einem Acker beschäftigt waren. Sie sahen dann in grossen Abständen zwischen einzelnen Wolken die Feuerkugel, die sie gerade passierte und sich von West nach Ost bewegte. Die Kugel war sehr lichtstark und ungefähr von der Grösse des Mondes. Sie schätzten die Dauer der Passage auf einige Sekunden. Danach verschwand die Feuerkugel gerade als sie eine Wolke im Osten passieren sollte. Der eine der Beobachter konnte die Richtung sehr genau zu einem hohen Baume auf dem Hügel „Bröntjärnsberget" angeben.

Beobachtergruppe L (29 km vom Fallplatz, *T*): Die Beobachter befanden sich im Garten (der eine) und auf der Strasse ausserhalb ihrer Villa in Skelleftehamn. Sie fassten die Feuerkugel als ein ovales, in der Bewegungsrichtung ausgezogenes, gelbleuchtendes Ei auf. Die Feuerkugel bewegte sich etwas schief gegen West und verschwand entweder hinter den Wolken im Süden oder durch Auslöschung. Ihre Grösse war kleiner als der Mond, vielleicht die Hälfte, oder wie ein mittelgrosser Spielball. Beim Verschwinden stand das Meteor $\pm 5°$ gerade im Süden und in einer Höhe von 25–30° über dem Horizont. Die Beobachter konnten keinen Rauchstreifen entdecken. Sie meinten, dass sie einen schwachen Laut unmittelbar vor dem Auftreten des Meteors gehört hätten. Der Laut, der nach den Lichtphänomenen folgte, hörte sich wie ein dumpfes, entferntes Donnergrollen an.

Beobachter M (32 km vom Fallplatz, *T*): Von Interesse ist, dass dieser Beobachter unmittelbar nach der Passage des Meteors auf seine Uhr guckte, die 21.30 zeigte. Er hat das Meteor hoch am Himmel gesehen und schätzte die Dauer der Passage auf 1″–2″, nach der die Feuerkugel, die er als zweiteilig auffasste, erlosch. Kein Laut wurde gehört.

Beobachter N (37 km vom Fallplatz, *T*): Der Beobachter war mit Fischerei ausserhalb des Fischerdorfes Sandviken, beschäftigt, als er zwischen 22 und 23 Uhr die Feuerkugel observierte, die er mit einer etwas rotgefärbten, ausgezogenen Petroleumflamme verglich. Sie hatte hinter ihr einen breiten, leuchtenden Streifen, liess aber keinen wahrnehm-

baren Rauch hinter sich. Die Flamme bewegte sich hoch am Himmel von NE nach SW und erlosch genau oberhalb des hohen Schornsteines von dem Schmelzwerk in Skellefte-hamn. Der Beobachter behauptete, es war beinahe wolkenloses Wetter. Nur in SE konnte er eine Wolkenbildung wahrnehmen. Er schätzte die Windstärke auf 6–7 Sekundmeter von SSE (offenbar eine sehr gute Schätzung). Den Laut nachher hörte er nur sehr schwach und verglich ihn mit dem Geräusch eines entfernten Motorbootes.

Beobachter O (39 km vom Fallplatz, *T*, *P*): Der Beobachter befand sich auf der Treppe des Bahnhofes in Skellefteå und beabsichtigte mit einem Zug um 21.45 in den Hafen zu fahren. Der Zug mit der Abfahrtszeit 21.27 war soeben abgegangen und er schätzte, dass er drei Minuten später auf der Treppe stand, als die gelbleuchtende Feuerkugel hoch am Himmel oder beinahe im Zenit auftauchte. Sie kam von Nord und bewegte sich in der Richtung nach der Redaktion des Nordschwedischen Tagblattes (N.D.), wo sie hoch über dem Dach des Hauses erlosch. Sie erschien als eine ovale Kugel, die in der Bewegungsrichtung ausgezogen, nach vorne spitziger wurde und 10–15 cm lang war. Dieses letzte Mass sollte nach der Meinung des Beobachters grösser als der Mond sein. Er konnte rückwärts auf der Meteorbahn einen dünnen Rauch wahrnehmen. Kein Schall wurde gehört.

Die Beobachter P, Q und R (57, 64 resp. 69 km vom Fallplatz, *B*, *T*, *P*): Diese Beobachter, gleichwie einige andere in nordnordwestlicher Richtung vom Fallplatze mit Observationsabständen grösser als 50 km, haben nur das Meteor gesehen und laut ihren Beschreibungen keine Schallphänomene wahrgenommen.

Die Beobachterin P stand etwa um 21.30 Uhr mit ihrem Sohne auf der Freitreppe des Hauses als sie auf dem Südhimmel eine grosse Sternschnuppe wahrnahm, die etwa 2–3 Sekunden zu sehen war. Der Gegenstand am Himmel war ähnlich einem grossen, weissen und etwas rot- bis gelbgefärbten Stern, der von einem veränderlichen Schimmer, wie von einer Gloriole, umgegeben war und der etwa die halbe Grösse des Mondes hatte. Sie meinte, dass sich der Stern in 600 m Höhe bewegte und hinter Wolken im Süden anderthalb Hand (15°) oberhalb des Horizontes verschwand. Im letzten Moment war die Bewegung beinahe senkrecht oder ein wenig schief nach rechts gegen die Erdoberfläche gerichtet.

Der Beobachter Q sah auf seine Uhr um 21.29. Eine bis zwei Minuten nachher sah er für die Dauer von etwa einer Sekunde das Meteor in etwa 30° (von etwa 40–20°) Höhe oberhalb des Horizontes. Es bewegte sich in südöstlicher Richtung und verschwand hinter Wolken in Südost. Der Körper hatte etwas wie einen feuerspritzenden, leuchtenden Schweif hinter sich. Der Durchmesser war 50–70 cm oder bedeutend grösser als der des Mondes.

Die Beobachterin R schreibt, dass sie die Feuerkugel um etwa 21.30 Uhr gerade im Süden sah. Die Feuerkugel war von der Grösse eines Tellers (etwa 20 cm) mit einem Schweif von etwa 1 m. Sie fiel etwas schief gegen die Erde.

Zusammenfassung des Beobachtungsmateriales und ein Versuch zur Interpretation desselben

Man muss sich erinnern, dass die Berichte, die die verschiedenen Beobachter gegeben haben, Reproduktionen von Bildern und akustischen Reihenfolgen aus dem Gedächtnis sind, die natürlicherweise nicht in allen Einzelheiten richtig sein können. Dazu kommt, dass die Erscheinungen, besonders die Lichterscheinungen innerhalb sehr kurzer Zeit abliefen.

Es scheint, dass die Beobachter meistens dann recht gute Gedächtnisbilder

von der Richtung zu dem Meteor gehabt haben, wenn sie diese mit einem Gegenstand am Horizont verglichen haben, was natürlich nur den Beobachtern mit dem grössten Abstand möglich war. Die einzelnen Beobachter scheinen sich weiterhin gut auf die Reihenfolge, d.h. ob sich die Ereignisse vor- oder nacheinander abspielten, erinnern zu können. Dagegen scheinen sie aus natürlichen Gründen in der Beurteilung von Zeitintervallen unsicherer zu sein und diese Angaben müssen deswegen kritischer behandelt werden.

Trotz aller besprochenen Schwächen geben doch diese Beobachtungen von Amateuren eine gewisse Unterlage, um einige Schlüsse über das „was wirklich geschah" ziehen zu können. Dies ist vor allen Dingen möglich, wenn die beobachteten Ereignisse an den Fallplätzen zur Hilfe genommen werden.

Das Problem, das mit dem ersten Schall zusammenhängt

Viele Beobachter (C, D, F, N und L, in Abständen von 17 bis 44 km) haben über die Wahrnehmung eines Schalles berichtet, der gleichzeitig oder sogar schon vor dem Meteor auftrat. Er wird mit Ausnahme des Beobachters F als ein schwacher, zischender oder knisternder Laut beschrieben. Er war offenbar so schwach, dass man meistens nicht angeben konnte, ob er aufhörte oder ob er bis zum Eintreffen des Donnergekraches fortdauerte. Der Laut wird nicht von Beobachtern (einschl. E) erwähnt, die nahe dem Fallplatze standen und auch nicht von denjenigen, die sich in grösseren Abständen aufhielten.

Es gibt in der Literatur Beschreibungen von solchen frühzeitigen Schallphänomenen, z.B. Saline, Kansas (NININGER 1933). Dabei handelte es sich aber um eine sehr flachliegende Meteoritenbahn. Sicher hatte der Schall nichts mit Erscheinungen zu tun, die innerhalb des leuchtenden Meteors vorsichgingen, weshalb er in dem folgenden Texte nicht weiter diskutiert wird. Es soll nur angedeutet werden, dass er möglicherweise aus Schallquellen von frühzeitig einströmendem, dünnerem Material stammt, das sich etwa in derselben Bahn wie das Meteor bewegte und das bei dem Eintritt in die oberste Atmosphäre nicht genug Lichtstärke bekam, um sichtbar zu werden.

Zeitpunkt des Auftretens des Meteors

Für diese Frage brauchen nicht viele Worte verschwendet werden. Zwei Beobachter, B und M, sahen unmittelbar nach dem Aufblitzen auf die Uhr. Der eine hat 21.32 Uhr, der andere 21.30 Uhr abgelesen. Der Unterschied beruht natürlich auf einem falschen Gang bei einer der beiden oder bei beiden Uhren. Der falsche Gang scheint nicht besonders gross zu sein und wir haben weitere Kontrollen von den Beobachtern O und Q, die Zeitablesungen (um 21.27 Uhr resp. 21.29) ganz kurz vorher gemacht haben. Beide haben die Zeit unter Verwendung einer gefühlsmässigen Zeitintervallbestimmung auf 21.30 Uhr geschätzt. Die meisten anderen Beobachter haben etwa 21.30 Uhr ange-

geben, und noch einige (in N.V. am 10 Juni angeführt) von Skelleftehamn, Burträsk und Mjödvattnet haben behauptet, dass das Ereignis um 21.30, 21.30 resp. 21.32 Uhr geschah. Wenn man folglich feststellt, dass das Ereignis um 21.31 ± 1 Minute geschah, liegt die richtige Zeit mit grösster Wahrscheinlichkeit innerhalb dieser Grenzen. Näher kann man nicht kommen[1].

Die Meteoritenbahn

Mehrere Beobachter (N, L, P, R) in Nord haben erwähnt, dass sich das Meteor beinahe senkrecht aber etwas schief gegen West bewegte. Der Beobachter A in West berichtet, dass die Bahn beinahe senkrecht aber etwas nördlich war.

Die Lage der unteren, leuchtenden Meteoritenbahn kann trotz der zwar recht groben Richtungseinmessungen von 10 verschiedenen Punkten aus ermittelt werden. Diese Punkte liegen in westlicher bis nördlicher Richtung vom Fallgebiete. Die 10 Linien (siehe Fig. 1), die die Richtungen angeben, schneiden einander in 45 Punkten. Wenn von diesen nur die 25 in Betracht genommen werden, die sich in einem grösseren Winkel als 30° schneiden, bekommt man als Mittel von allen Einschneidepunkten einen Punkt, der 300 m westlich und 380 m südlich des Fallplatzes liegt. Wird weiter die Richtungsbestimmung von *D*, die sehr unsicher ist, ausser Acht gelassen, erhält man als Mittel von den 17 rückstehenden Einschneidepunkten einen Punkt, der 370 m östlich und 2400 m südlich des Fallplatzes liegt. Trotzdem im letzten Falle die Streuung der Schneidepunkte bei einem mittleren Fehler von ± 450 m recht gross ist, erhält man von der Messreihe für eine nördlich gerichtete Neigung der Bahn eine weit grössere Wahrscheinlichkeit als für eine südlich gerichtete. Wenn die Auslöschung in 19 km Höhe (siehe unten) erfolgte, kann weiterhin die Wahrscheinlichkeit für eine sehr steile Neigung, die kaum 80° untersteigt, als gross betrachtet werden. Die meisten Beobachtungen am Fallplatze sprechen auch für eine nördliche Neigung der Bahn. Der Abprall des Meteorites II war gegen Norden gerichtet und der schwerere Stein I fiel nördlich des leichteren. In einem Meteoritenschauer entspricht ja beinahe immer die Richtung von den leichteren zu den schwereren Steinen der horizontalen Bewegungsrichtung des Schauers (FARRINGTON 1915).

Die Berechnung der Meteoritenbahn durch Einschneiden gibt keine sicheren Beweise für eine östliche oder westliche Neigung der Bahn. Wir müssen doch ein vielleicht unbedeutendes westliches Einfallen besonders wegen der Observationen in Nord als mehr wahrscheinlich betrachten.

[1] Interessant ist die Feststellung, dass die Hökmarksmeteorite beinahe exakt 2 Jahre später als der Steinmeteorit von Abee fielen. Sein Fall ereignete sich nämlich am 9. Juni 1952 um 11.05 MST, oder 19.05 Uhr MEZ (DAWSON, K. R. and MAXWELL, J. A. 1960). Genau dieselbe Lage in der Erdbahn wie beim Eintreffen des Abee-Falles sollte inzwischen die Erde erst am 10. Juni 1954 um 6.43 MEZ einnehmen. Die Erde bewegte sich aber bis auf 0.05 % im selben Abschnitt der Erdbahn beim Eintreffen der beiden Meteoritenfalle.

Geschwindigkeit, Zündung und Auslöschung des Meteors. Vergleich zwischen der Beobachtung des Meteors und den Ereignissen am Fallplatze

Zum Zeitpunkt des Auftretens des Meteors bildete die Horizontalebene im Fallgebiet einen Winkel mit der Ebene der Ekliptik von nur etwa 13°. Grob gerechnet kann man folglich sagen, dass die Projektion der Meteoritenbahn auf der Horizontalebene des Fallgebietes recht nahe der Projektion der Meteoritenbahn auf der Ebene der Ekliptik zu liegen kommt. Wenn man annimmt, dass sich das einströmende Meteoritenmaterial innerhalb des Planetensystems einigermassen im Bewegungsgleichgewicht befand, gibt es für ein sehr steiles Einfallen in dieser Lage der Erde zwei Erklärungsmöglichkeiten. Entweder hat sich das Material in einer Ebene irgendwie parallel zur Ebene der Ekliptik und mit ungefähr derselben Geschwindigkeit wie die Erde (29 km/sek) bewegt oder fiel es in eine Ebene beinahe senkrecht zur Ekliptik. Im ersten Falle ist die Eintrittsgeschwindigkeit sehr mässig, weil die vertikale Geschwindigkeitskomponente hauptsächlich der Geschwindigkeit des freien Falles (11 km/sek) entspricht. Im zweiten Falle muss die Geschwindigkeit sehr hoch oder etwa 35–50 km/sek sein. Die erste Möglichkeit scheint die wahrscheinlichste zu sein, denn im zweiten Falle ist die Geschwindigkeit so hoch, dass man schwerlich herunterfallendes Material erwarten kann. Gegen die Ekliptik schiefgestellte Bewegungsrichtungen sollten bedeutende horizontale Geschwindigkeitskomponenten ergeben.

Hätte sich das Meteoritenmaterial parallel der Erdbahn und ungefähr in der Ebene der Ekliptik bewegt, würde es von Südwest einfallen, wenn es sich schneller als die Erde bewegt hätte, von Nordost aber, wenn es von der Erde eingeholt worden wäre. Keine von diesen Alternativen scheint eigentlich zuzutreffen. Man kann sich aber denken, dass das Material die Erdbahn unter einem mehr oder weniger spitzen Winkel überquerte, wobei der Bewegungssinn quer über diese von aussen nach innen gerichtet war. Hierdurch sollte mehr ein Einfallen von Süd ermittelt werden, oder sogar von Südost, wenn das Material von der Erde mit einigen Kilometern pro Sekunde eingeholt würde.

Hadding (1940) und Gustafson (1940) haben in zwei interessanten Arbeiten das Problem diskutiert, mit welchen Geschwindigkeiten die Meteorite fallen, nachdem sie in die Atmosphäre eingedrungen sind. Unter Verwendung der von Gustafson angegebenen Ziffern für das Produkt von $k \cdot i \cdot F(v)$ bei verschiedenen Geschwindigkeiten und die Atmosphärendichte δ in verschieden Höhen, hat der Verfasser in ähnlicher Weise eine Berechnung für zwei Körper mit derselben Dichte und demselben Gewichte wie die beiden Hökmarksmeteorite (109 resp. 205 gr) durchgeführt. Hierbei ist angenommen worden, dass die Körper in 50 km Höhe eine Geschwindigkeit von 12 km/sek haben und eine sphärische Form besitzen.

Das Resultat der Berechnung ist aus dem Diagram, Fig. 6, ersichtlich. Wie im Falle des kleinsten Körpers (125 g), den Gustafson als Beispiel genommen

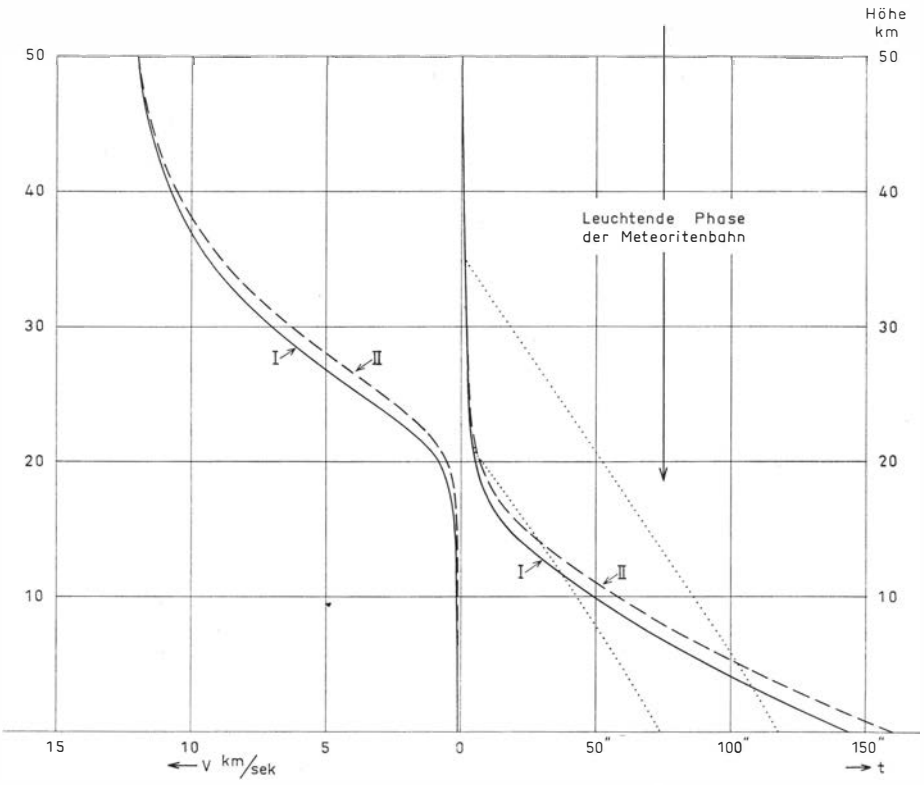


Fig. 6.

hat, werden Meteorite von dieser Grössenordnung im Höhengebiet zwischen 40 bis 20 km sehr stark abgebremst und retardiert. In einer Höhe von 20 km ist die kosmische Geschwindigkeit beinahe verloren gegangen.

Wie stimmt aber das berechnete Zeitschema mit den Beobachtungen überein? Nach der Berechnung sollte der kleinere Meteorit 160″, der grössere 144″ nach der Passage der 50 km Höhenmarke mit einer Geschwindigkeit von etwa 85 resp. 75 m/sek herunterfallen. Es liegt also eine Zeitdifferenz von 16″ vor. Die beiden Brüder haben tatsächlich die Reihenfolge richtig aufgefasst. Bezüglich der Zeitdifferenz hat Åke Pettersson zuerst diese zu einer halben bis einer Minute angegeben. Möglicherweise hat Bertil Pettersson gegen diese Angabe, die er als viel zu lang auffasste, so heftig reagiert, dass er zu dem anderen Extrem überging und das Zeitintervall mit nur einigen Sekunden angab (siehe Fussnote auf Seite 97). Es ist unmöglich Klarheit in dieser Frage zu bekommen. Die berechnete Zeitdifferenz liegt in der Tat etwa in der Mitte zwischen den so weit differierenden Angaben.

Bezüglich der Schallphänomene, die sicher von dem leuchtenden Meteor herrührten, ist angenommen worden, dass das kräftigste Geräusch in 21 km

Höhe aufhörte, als das Meteor zu erlöschen begann und bis in 35 km Höhe rückschreitend hörbar war (einige Beobachter in der Umgebung haben in der Tat den Schall bis über 60, andere nur bis 30 km Horizontalabstand gehört. Dieses Geräusch stammte aber wahrscheinlich von Höhen unter 30–35 km). Mit diesen Annahmen gelangt man zu folgendem Zeitschema (Schallgeschwindigkeiten von GUTENBERG 1929 genommen): 74″ nach der 50 km Passage sollte man den Schall am Fallplatz hören und 118″ nach der Passage sollte er aufhören, worauf es noch 26″ bis zum Herunterfallen des Meteorits I dauerte. Die beiden ersten Ziffern müssen mit etwa 9″ reduziert werden, wenn von dem Zeitpunkt der Auslöschung des Blitzes (19 km Höhe) gerechnet wird.

Die beiden Brüder am Fallplatze konnten die Zeitdifferenz zwischen Blitz und Schall nicht näher als mit „nach einer Weile" präzisieren. Wir hatten aber einen Beobachter E, der recht nahe stand, und der die Zeitdifferenz auf „etwa eine Minute" schätzte (berechnet 65″).

Die Zeitdifferenz zwischen dem Aufhören des Schalles und dem Herunterfallen des Meteorits I schätzten die beiden Brüder auf „eine halbe bis eine Minute", was etwas länger als die Berechnung aber jedenfalls grössenordnungsmässig plausibel erscheint. Bis zu einem gewissen Grade haben wir nach den Angaben des Vaters eine zwar nicht gute, aber doch eine Kontrolle von den ungefähren Zeitintervallen. Er kann erst nach dem Auftreten des Schalles (also nach 74″) daran gedacht haben, dass ein Gewitter im Anzuge war. Er konnte natürlich sofort danach gestartet sein, aber auf Grund seines phlegmatischen Temperamentes hat es wahrscheinlich weitere 15″ bis 20″ gedauert. Er ist dann zweimal quer durch die Küche gegangen und hat den Rundfunk ausgeschaltet. Er kann dies ruhig in 25″ bis 30″ machen, es scheint aber, dass es langsamer ging. Seine Manipulationen konnten in 40″ bis 50″ ausgeführt werden und er konnte mit diesen etwa 115″ bis 125″, nachdem das Meteor die Höhe von 50 km passierte, fertig sein. Wir können folglich nur sagen, dass er eine gute Zeit — beinahe zuviel — bis zum Herunterfallen des Meteorits II hatte, was andeuten sollte, dass die Berechnung eine allzu kleine Fallgeschwindigkeit ergibt, wenn nicht diese Schätzungen der Zeitintervalle so unsicher wären.

Die Schätzungen der Zeitintervalle bezüglich der Dauer der Lichtphänomene sind noch unsicherer. Mehrere von den Beobachtern haben das Meteor tatsächlich sehr hoch gesehen. Wie hoch ist aber auf Grund der Observationsdaten schwierig festzustellen. Eine für grössere Meteore gewöhnliche Zündungshöhe von 90–95 km (WATSON 1945) scheint nicht unwahrscheinlich zu sein. Zweifelsohne haben nur einzelne, vielleicht keine von den Beobachtern das Meteor vom Anfang an gesehen. Wie gewöhnlich in solchen Zusammenhängen, sehen sie das Meteor erst später in seiner Bahn, extrapolieren dann unbewusst rückwärts und können sogar meinen, dass sie das Meteor den Zenit passieren sahen. In der Tat ist es indessen nur eine Beobachtergruppe (D), die wirklich diese Auffassung bekam und ausdrücklich berichtet hat, dass es den Zenit passierte (möglicher Höhenwinkel etwa 80°). Die Beobachter K äussern sich mehr un-

bestimmt und sagen nur, es flog „gerade über uns" (möglicher Höhenwinkel etwa 65°).

Bezüglich der Höhe des Erlöschens haben wir etwas besser bestimmte Daten (siehe Tabelle I). Die Schwierigkeit, diese richtig zu beurteilen, liegt in den Berichten der nördlich stehenden Beobachter, weil sie meinten, dass das Meteor hinter Wolken verschwand. Merkwürdigerweise haben diese mit Ausnahme des Beobachters Q, die Höhenlage niedriger als die anderen angegeben,

Tabelle I.

Beobachter	Abstand zum Punkt des Auslöschens km	Ungefähre Höhenangabe In Grad	Berechnete Höhe km
A	96	< 14°	< 24
B	66,5	18	22
D	17	> 45	> 17
H	22,5	25	12
L	31	27,5	16
Q	66	20	24
P	58,5	15	15
		Mittel:	19 ± 2 Km

was wohl so gedeutet werden muss, dass viele von ihnen tatsächlich das Meteor bis zum Auslöschen sahen. Die Auslöschungshöhe wird im Mittel zu 19 km, einem ungewöhnlich niedrigen Wert, berechnet (WATSON 1945). Da die grosse Abbremsung des fallenden Materials zwischen 40–20 km geschah, scheint der Wert doch recht wahrscheinlich zu sein.

Die Dauer des Leuchtens scheint von allen Beobachtern als zu kurz geschätzt zu sein. Der Beobachter A, der das Meteor zwischen einer Höhe von etwa 45 km bis 24 km sah, berichtet, dass er es „während einer sehr kurzen Zeit" beobachtete. Nach der Berechnung sollte es 3″ gedauert haben. Der Beobachter Q gibt etwa 1″ an, trotzdem er wahrscheinlich eine noch längere Bahnstrecke gesehen hat. Die Beobachter B, K, M und P, die das Meteor tatsächlich sehr hoch sahen, gaben die Dauer mit etwa 1″, „einigen Sekunden", 1″–2″ respektive 2″–3″ an.

Ausser der Schwierigkeit für die Beobachter ähnliche, kurze Zeitintervalle richtig zu schätzen, kann bemerkt werden, dass die Berechnungen wahrscheinlich allzu kleine Geschwindigkeiten oder eine zu lange Dauer der oberen Bahn ergeben. Es ist nämlich angenommen worden, dass die Meteorite während des Falles eine konstante Masse gehabt haben, was sicher nicht in der oberen Bahn während der leuchtenden und korrodierenden Phase zutrifft. Einige

Korrektionen hierfür in die Berechnungen einzuführen, erscheint im Hinblick auf die Unzuverlässigkeit der Zeitbestimmungen als recht zwecklos. Das berechnete Zeitschema gibt sowieso nur in groben Zügen den Verlauf des Meteoritenfalles wieder.

Eine andere Unsicherheit in der Berechnung ist die Einwirkung der Meteoritenform. Diese ist, wie gesagt, als sphärisch angenommen worden, was etwas grössere Geschwindigkeiten ergibt, als wenn die Form unregelmässig wäre. GUSTAFSSON hat geschätzt, dass für einen unregelmässigen Körper der Formfaktor i etwa der doppelte eines sphärischen Körper ist. Dies sollte bedeuten, dass der grössere, unregelmässig geformte Meteorit I nur etwas langsamer als der kleinere Meteorit II fallen sollte, wenn von letzterem angenommen wird, dass er sphärisch ist. Die relativen Zeitdifferenzen in dem Zeitschema sollten sich indessen nicht viel ändern, wenn man annimmt, dass beide Meteorite sich entweder wie unregelmässig geformte Körper oder wie sphärisch geformte Körper bewegten.

War der Meteoritenfall ein grösserer Schauer?

Von den Beobachtern, auch wenn sie in grösseren Abständen standen, haben einige geschätzt, dass das Meteor wenigstens die halbe Grösse des Mondes, andere, dass es die volle Grösse des Mondes hatte oder sogar grösser war. Dies sollte bedeuten, dass der leuchtende Körper einen Durchmesser von jedenfalls 100 bis 300 m hatte. Als Rückstand von diesem riesenhaften Körper sind nur zwei kleinere Steine bekannt, die zusammen etwas über 300 g wiegen, weshalb man wirklich Anlass zu der Bemerkung hat, dass von einem grossen Gebirge nur eine kleine Maus geboren wurde. Haufen von Meteoren von ähnlichen oder grösseren Dimensionen sind bekannt, von denen überhaupt kein heruntergefallenes Material gefunden wurde. Trotz solcher Erfahrungen, kann man nicht ausschliessen, dass mehr Material fiel. Der Meteoritenfall kann schon als ein Schauer, aber mit kleinstmöglicher Anzahl von Steinen, nämlich zwei, betrachtet werden. In der Nähe des Fallplatzes war der Schauer jedenfalls nicht dicht. Wäre hier innerhalb eines Halbmessers von 200 bis 300 m mehr Material gefallen, würden wahrscheinlich die beiden Brüder dies gehört haben, soweit dieses nicht genau gleichzeitig mit dem Gefundenen fiel.

Vergebliche Versuche mehr Material zu finden sind gemacht worden. Grössere Steine sollte man nördlich des Fallgebietes, kleinere südlich davon erwarten. In diesen Richtungen findet man indessen grosse Areale von bebautem Boden mit weit ausgedehnten Äckern und Wiesen, deren Unterlage so weich ist, dass sich eventuelle Meteorite wahrscheinlich recht tief hineingebohrt hätten. Bis auf weiteres muss man sich mit den gefundenen Meteoriten begnügen. In der Tat sind sie die einzigen Steinmeteorite, die in dem ziemlich dünn besiedelten, nördlichen Teile von Schweden (Norrland) je gefunden wurden (WICKMAN 1951), und wie gezeigt werden konnte, haben wir von diesem

Meteoritenfalle wenigstens recht komplette Beobachtungsdaten, die sich über weite Strecken der Bahn und über den Fall selbst erstrecken, was nicht so besonders gewöhnlich ist.

Die obengenannte Arbeit kam durch freundliche Aufmunterung und Unterstützung von Herrn Professor F. E. WICKMAN zustande. Die Tafeln wurden mir wohlwollend von Dr. KURT FREDRIKSSON zur Verfügung gestellt. Die Redaktionen von „Norra Västerbotten" und „Nordsvenska Dagbladet" waren mir bei der Einsammlung von Beobachtungsdaten in bester Weise behilflich und die Beobachter haben mir bei brieflichen und mündlichen Anfragen in jeder Weise geholfen. Dr. H. HELFRICH, Boliden, half mir in freundlicher Weise bei der Durchsicht des deutschen Manuskriptes. Allen diesen Personen und Organisationen bin ich zu dem grössten Dank verpflichtet.

Boliden im November 1960.

Verzeichnis der Beobachter

A. Gösta Stenberg, *Granön.*
B. Hans Erik Nordström, Norrby, *Tavelsjö.*
C. Oskar Pettersson, Tällberg, *Västanträsk.*
D. I. J. Pettersson, Sigvard Persson und Olga Lindmark, *Kålaboda.*
E. Oskar Öhman, Selet, *Lövånger.*
F. Inez Öhlin, *Bureå.*
G. Eugen, Gunnar, Sigurd und Hjalmar Söderlund, Istermyrliden, *Bureå.*
H. Harriet Lövgren, *Bureå.*
I. Sverker Forsberg, Brännfors, *Burträsk.*
K. Karl und Bernt Höglund, Valliden, *Skråmträsk.*
L. Allan und Katarina Danielsson, *Skelleftehamn.*
M. Johan Wikström, Innerursviken, *Skelleftehamn.*
N. Gottfrid Öhlund, Sandvikens Fiskeläge, *Skelleftehamn.*
O. Sten Rudholm, *Skellefteå.*
P. Hally und Bertil Lundström, *Drängsmark.*
Q. Gunnar Enmark, *Hebbersfors.*
R. Arvida Johansson, Selet, *Byske.*

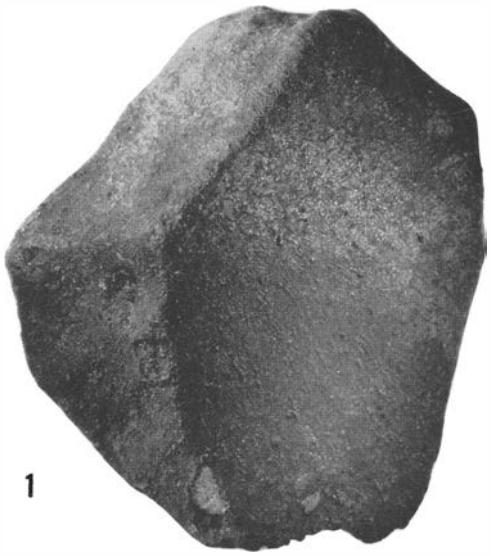
Literaturverzeichnis

COHEN, E., 1903: *Meteoritenkunde*, Heft II, S. 154. Stuttgart.
DAWSON, K. R. and MAXWELL, J. A., 1960: A Description of the Meteorite which fell near Abee, Alberta, Canada. — *Geoch. et Cosmoch. Acta*, Vol. 21, s. 127.
FARRINGTON, O. C., 1915: Meteorites, S. 47. Chicago.
GUSTAFSON, T., 1940: Some Calculations of the Retardation of Meteorites. — *Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Förhandlingar*, Bd 10, Nr 15, S. 166–170. Lund.
GUTENBERG, B., 1929: Lehrbuch der Geophysik, S. 641. Berlin.

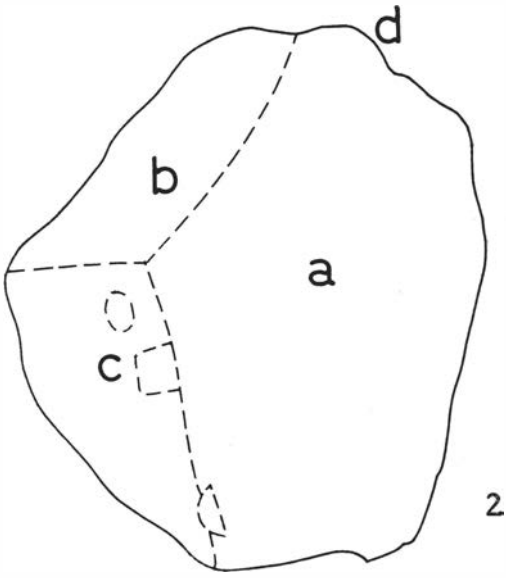
HADDING, A., 1940: The Final Velocity of Meteorites. — *Kungl. Fysiografiska Sällskapets i Lund Förhandlingar*, Bd 10, Nr 14, S. 159–165. Lund.
NININGER, H. H., 1933: Our Stone-Pelted Planet, S. 127. Boston and New York.
WATSON, F. G., 1945: Between the Planets. Philadelphia–Toronto.
WICKMAN, F. E., 1951: Schwedische Meteoriten (Svenska meteoriter). — *Populär Astronomisk Tidskrift*, H. 1–2, S. 63. Stockholm.

Erklärung der Tafeln

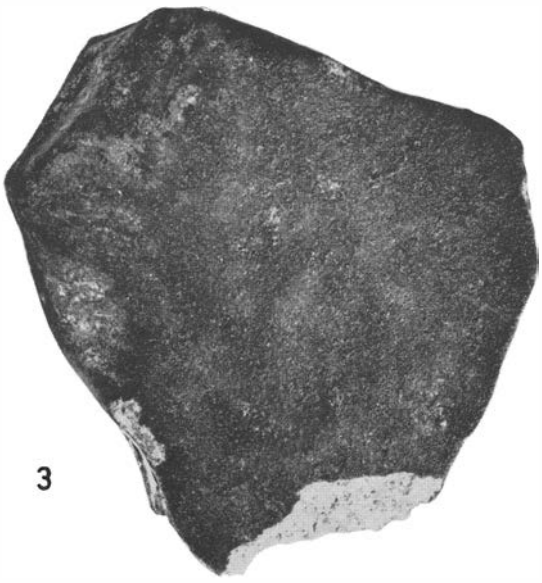
Tafel I: 1. Hökmarksmeteorit I von der Brustseite gesehen. Etwa natürliche Grösse. Photo: L. Kutnar.
Tafel I: 2. Konturen der Flächen von der Brustseite.
Tafel I: 3. Hökmarksmeteorit I von der Rückseite *e* gesehen. Nat. Gr.
Tafel I: 4. Hökmarksmeteorit I von der Seite gegen die Fläche *c* gesehen. Nat. Gr.
Tafel II: 1. Hökmarksmeteorit II von der Brustseite gesehen. Etwa natürliche Grösse. Photo: L. Kutnar.
Tafel II: 2. Konturen der Flächen von der Brustseite.
Tafel II: 3. Hökmarksmeteorit II von der Rückseite *e* gesehen. Nat. Gr.
Tafel II: 4. Hökmarksmeteorit II von der Seite gegen die Flächen *a* und *b* gesehen. Nat. Gr



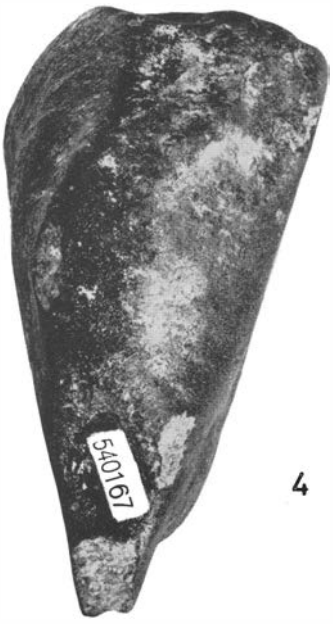
1



2

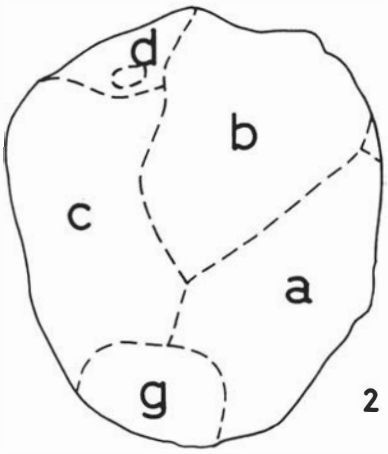


3

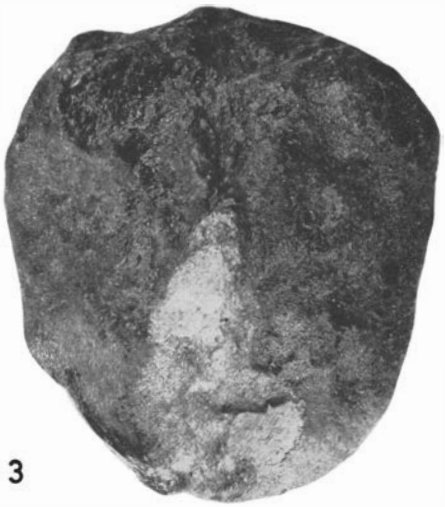


4

1



2



3

4