JAHRBUCH

DES OBERÖSTERREICHISCHEN MUSEALVEREINES.

86. BAND.



LINZ 1935.

VERLEGER: OBERÖSTERR. MUSEALVEREIN.

DRUCK DER HOFBUCHDRUCKEREI JOS. FEICHTINGERS ERBEN, LINZ A./DONAU. 35 1656

Inhalt.

Seite

1. Vereinsberichte 5
2. Berichte der wissenschaftlichen Landesanstalten:
   - Landesmuseum 17
   - Landesarchiv 76
3. Nachrufe:
   - Ferdinand Krackowizer 92
   - Sebastian Mayr 96
4. Beiträge zur Landeskunde:
   - Josef Schadler und Justus Rosenhagen, Der Meteorsteinfall von Prambachkirchen (Oberösterreich) am 5. November 1932 99
   - Heinrich L. Werneck, Die naturgesetzlichen Grundlagen der Land- und Forstwirtschaft in Oberösterreich. — Versuch zu einer Pflanzengeographie und Ökologie . 165

Der Meteorsteinfall von Prambachkirchen

(Oberösterreich)

am 5. November 1932.

Von

J. Schadler und J. Rosenhagen.

Inhalt.

Seite

I. Auffindung des Meteorsteins und Maßnahmen zur wissenschaftlichen Untersuchung. (Josef Schadler) 102

II. Der Meteorstein. (Josef Schadler) 108
1. Äußere Gestalt 108
2. Innere Beschaffenheit 118

III. Bahn und Fallerscheinungen. (Justus Rosenhagen) 126
1. Das Beobachtungsmaterial 126
2. Die Bahn des Meteoriten in der Atmosphäre . . . 142
3. Die kosmische Bahn 150
4. Die physikalischen Begleiterscheinungen 152

Wiederkehrende Fachausdrücke.

Azimut = Himmelsrichtung; Einteilung in Grade, die von N über O, S, W gezählt werden.

Chondren = kugelige Zusammenfügungen von faserigen bis körnigen Mineralteilchen in den Meteorsteinen.

Flugnormalebene = Ebene, die auf der Flugrichtung des Meteoriten senkrecht steht.

Grenzsaum oder Grenzlinie (auch Rindensaum) = Grenze zwischen Vorder- und Rückseite eines orientierten Meteoriten.

Hauptquerschnitt = durch den Grenzsaum gelegte Normalprojektion des Meteoriten auf die Flugnormalebene.

Hemmungspunkt = Punkt der Meteorbahn, an dem die Geschwindigkeit des Meteoriten bis zur Ausbreitungsgeschwindigkeit des Schalles in der vor der Frontseite befindlichen, stark komprimierten und auf mehrere tausend Grad erhitzten Luftverdichtung verzögert ist.

Kopfwelle = bei Überschallgeschwindigkeit entstehende, von der Vorderseite des Meteoriten ausgehende Gasverdichtung.

Meridianebene = die durch den Erdmittelpunkt und den geradlinigen Teil der Meteorbahn gehende Ebene.

Das Meteor = Lichterscheinung im Luftraum und astronomische Bezeichnung für die im Weltenraum sich bewegenden kleinsten Körper.

Der Meteorit = fester Körper, der aus dem Weltenraum auf die Erde gefallen ist.

Orientierter Meteorit = Meteorit, der auf seiner atmosphärischen Bahn seine Lage zur Flugrichtung beibehalten hat, bei dem daher Vorder- (oder Frontseite) und Rückseite scharf ausgeprägt sind.

Piëzoglypten (auch Erosionsvertiefungen) = Vertiefungen auf der Oberfläche der Meteorite, entstanden während der Durchdringung der Luft.

Radiationspunkt (auch Radiant) = Punkt am Himmel, von dem das Meteor zu kommen scheint.

Teilungspunkt = Punkt der Meteorbahn, an dem sich ein Stück vom Meteoriten ablöst.

I. Auffindung des Meteorsteins und Maßnahmen zur wissenschaftlichen Untersuchung.

Fährt man von Linz an der Donau in westlicher Richtung auf der Bundesstraße nach Schärding—Passau, so erreicht man bald außer Eferding bei km 30.6 im sogenannten „Gstocket" einen hübschen Aussichtspunkt. Weit im Süden taucht die Alpenkette auf, im Vordergrund öffnet sich der Blick in ein freundliches Tal, in dem von waldigen Hügelreihen umsäumt die Gehöfte von Obergallsbach liegen.

Dieses zur Gemeinde Prambachkirchen gehörende Gebiet war am 5. November 1932 Schauplatz eines seltenen Naturereignisses. Es war einige Minuten vor zehn Uhr abends. Im Tal lag dichter, herbstlicher Bodennebel. Der landwirtschaftliche Arbeiter Franz Pittrich ging auf seinem Weg zur Hintermühle eben am Gehöft Breitwieser entlang (Abb. 1), als es plötzlich um ihn taghell wurde. Pittrich blieb wie gebannt stehen. Er konnte im Nebel die Quelle des scheinwerferartigen Lichtes nicht entdecken; die unvermittelte, durchdringende Helligkeit war ihm unerklärlich. Nach einigen Sekunden verschwand die Lichterscheinung. Pittrich setzte nachdenklich seinen Weg fort, bog um die Ecke des Gehöftes und sprach mit Josef Breitwieser, der durch das Licht aufgeschreckt ans Fenster geeilt war, über die seltsame Erscheinung. Kaum hatten sie die ersten Worte gewechselt, so hörten sie einen Doppelknall wie von fernen Büchsenschüssen. Sie horchten auf. Einige Worte hatten sie nur über die neue eigenartige Wahrnehmung gesprochen, da erhob sich ein ganz ungewöhnlicher Lärm. Ein gurgelndes, sausendes Geräusch verstärkte sich immer mehr, wie wenn ein Flugzeug aus nächster Nähe auf sie zukommen würde. Pittrich duckte sich unwillkürlich neben das Fenster, Breitwieser lief aus der Stube zur Haustüre — plötzlich, wie begonnen, endete das Geräusch mit einem deutlichen, dumpfen Aufschlag.

Max Baurecker, Besitzer der Hintermühle, hatte mit seiner Frau, allerdings aus etwas größerer Entfernung, ebenfalls die Erscheinungen beobachtet. Er traf Pittrich und Breitwieser noch vor dem Hause an. Sie besprachen ihr Erlebnis und kamen zur Ansicht, daß es sich um einen Meteoritenfall handeln müsse und der Meteorit nicht weit von ihnen niedergefallen sei. Noch nachts machte sich Pittrich mit einer Laterne auf die Suche, so nahe vermutete er die Einfallstelle; allerdings vergebens. Am nächsten Tag gingen Pittrich, Breitwieser, Anton Doppelbauer und dessen Sohn

daran, das Gelände planmäßig abzusuchen. Die Lichterscheinung am Vortage schien zwar von Osten gekommen zu sein, dem Schall nach glaubten sie aber im Westen suchen zu müssen. Auch berichteten ihnen die beiden Beobachter Franz Lehner und Johann Sallaberger, daß sie das Auffallen des Steines vom Badhaus Daxberg aus in nordöstlicher Richtung gehört hätten. Zwischen dem Badhaus und dem Standort Pittrichs mußte man also suchen. Sie begannen die Felder westlich der Ortschaft in Schwarmlinie zu

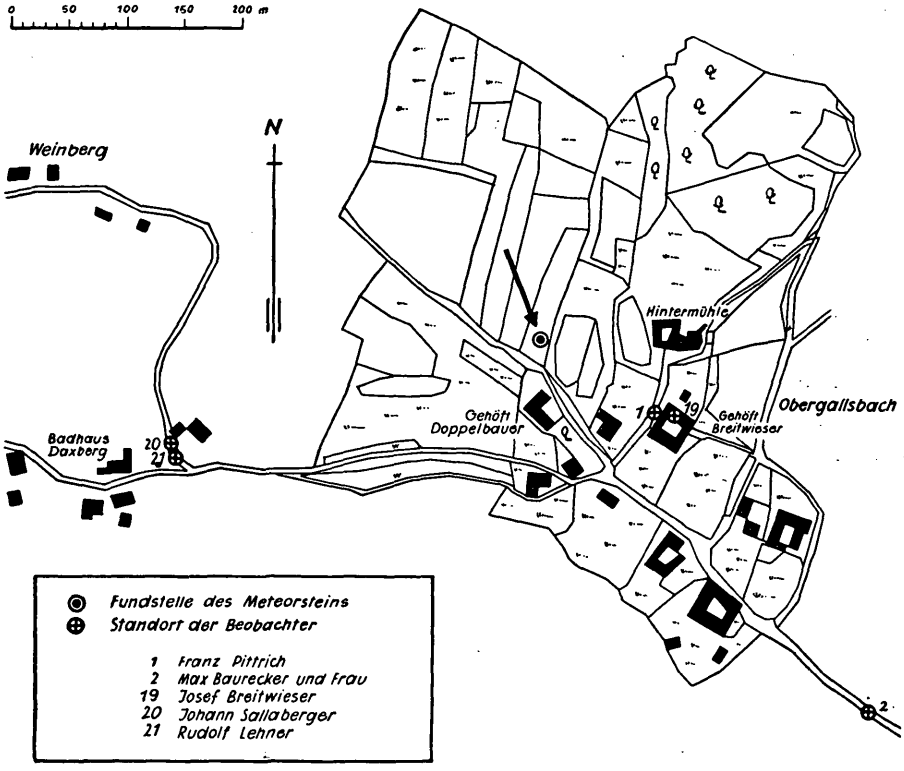


Abb. 1. Die Fundstelle des Meteorsteins.
Der Pfeil zeigt die von den Findern festgestellte Einfallsrichtung an.

durchstreifen; da bemerkte Doppelbauer d. Ä. auf seinem mit Wintersaat frisch bestelltem Feld (Parz. 233 der Kat. Gem. Daxberg) eine Vertiefung im Boden, die vom Feldrain aus wie eine „Hasensaß" aussah. Er trat näher und fand den Meteorit.

Das Stück hatte sich verhältnismäßig wenig tief in den Boden eingebohrt, der Abstand seiner Oberkante zum Boden betrug nur 23 cm (Abb. 2). Der Einschußkanal war nach Angabe der Finder schräg mit 60° gegen die Erdoberfläche geneigt und wies auf eine Einfallsrichtung aus Nord-Nord-West (344°) hin, die von ihnen so-

fort durch eingesteckte Zweige festgehalten wurde. Wie sich später zeigen wird, war diese umsichtige Maßnahme von entscheidender Bedeutung für die Erkenntnis der ungewöhnlichen Bahnform. Am Erdmaterial wurde keine besondere Beobachtung gemacht; die Oberkrume und der darunterliegende Lehm waren einfach zusammengepreßt, an den Rändern locker nachgefallen. Das Fundstück wurde mit einem Schaufelstich gelockert und herausgehoben. Zufällig verletzte dieser Stich den Stein an seiner Oberkante. Dieser Zufall hat sich für die Erklärung der Bahnkrümmung als sehr wertvoll erwiesen. Der Stein erhielt durch die Verletzung eine Dauermarke, durch die seine Lage beim Eintreffen auf dem

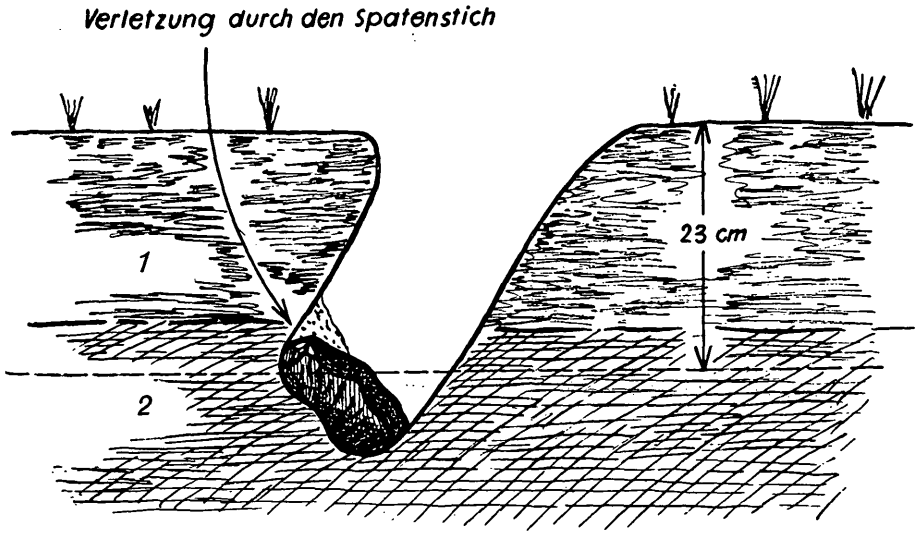


Abb. 2. Einschußkanal und Lage des Meteorsteins im Boden.
In dem bis zu einer Tiefe von 20 cm aus lockerer Oberkrume (1), darunter aus humosem, dichtem Lehm (2) bestehendem Boden lag der Meteorstein mit der Vorderseite nach unten.

Erdboden gekennzeichnet und festgehalten ist. Breitwieser bestimmte noch am selben Abend das genaue Gewicht und versuchte durch Wasserverdrängung das Raumgewicht und hieraus den Anteil an Metall und Steinmaterial im Meteorit zu berechnen, was ihm auch mit einiger Annäherung gelang. Es sei dies ausdrücklich anerkennend vermerkt; es spricht für das Verständnis, das die Finder dem seltenen Naturereignis entgegenbrachten und bekräftigt die Zuverlässigkeit ihrer sonstigen Beobachtungen und Mitteilungen. Pittrich, der nächste Beobachter und Kronzeuge des Prambachkirchener Meteoritenfalles, schrieb am folgenden Tag einen Bericht an Dr. Th. Kerschner in Linz; gleichzeitig erstattete Revierinspektor F. Kienast vom Gendarmerieposten in Prambachkirchen

Meldung an seine vorgesetzten Stellen und an das Landesmuseum in Linz. So war es möglich, daß Verfasser schon am 8. November an der Fundstelle das seltene Stück übernehmen und nach Linz bringen konnte. Der Finder und Besitzer A. Doppelbauer überließ es dem Landesmuseum in verständnisvoller und entgegenkommender Weise. Die Mittel zum Ankauf stellte der oberösterreichische Musealverein bereit.

Die nächste Sorge war, die Beobachtungen der Fallerscheinungen sicherzustellen. Durch Aufruf im Rundfunk und in den österreichischen Tageszeitungen wurde um Mitteilung von Beobachtungen an das oberösterreichische Landesmuseum ersucht; ferner wurden im Wege der Landesregierung in Linz Beobachter-Fragebögen an sämtliche Gemeindeämter des Landes ausgesandt, an einzelne auch Merkblätter wegen Auffindung von allfälligen Bruchstücken. Die Ermittlung und Einvernahme der Beobachter im engeren Fallgebiet übernahm Revierinspektor Kienast in Prambachkirchen. Es gelang seiner eifrigen Tätigkeit, die Wahrnehmungen von zehn Beobachtern aufzuzeichnen. Im nördlich anschließenden Gebiet von Stroheim übernahm Oberlehrer H. Feichtinger die Ausforschung der Beobachter.

Die Einschußrichtung wies darauf hin, daß der Meteorit aus nord-nord-westlicher Richtung gekommen sei. Es wurde daher in Tagesblättern Nordost-Bayerns und Südwest-Böhmens um Mitteilung von Beobachtungen ersucht. Nur ganz vereinzelte Berichte wurden eingesandt. Ein Beobachter in Regensburg meldete, daß er das Meteor am südlichen Himmel von West nach Ost ganz nahe dem Horizont fliegen sah. Verfasser wandte sich daher an die Sternwarte in München. Von dort aus veranlaßte in freundlicher Weise Dr. F. Burmeister Aufrufe in südbayrischen Zeitungen. Der Erfolg war überraschend. Zahlreiche Meldungen liefen ein, das Meteor war bis Stuttgart gesehen worden und — was am auffallendsten war — sogar von München noch in südöstlicher Richtung. Südöstlich von München! Wie stimmte dies mit der nach Nord-Nord-West weisenden Richtung des Einschußkanals zusammen, die von den Findern beobachtet und einwandfrei festgehalten worden war? So weit als möglich wurde versucht, durch briefliche Rückfragen genauere Angaben von den Beobachtern zu erhalten. Auch wurde im weiteren Umkreis nach möglichst entfernten Beobachtern gesucht. Dr. E. Spengler (Universität Prag) und Dr. V. Guth (Sternwarte Prag), sowie Dr. F. Angel (Universität Graz) unterstützten die Bemühungen. Bald stellte sich heraus, daß die persönliche Rückfrage das einzige Mittel ist, die Beobachtungsmeldungen zu einer brauchbaren Grundlage für eine Bahnermittlung zu machen. Durch Unterstützung des Musealvereins

und der Landesregierung in Linz war es Verfasser möglich, fast alle oberösterreichischen Beobachter persönlich aufzusuchen und ihre Mitteilungen durch Winkelmessungen und Rückfragen zu ergänzen. Auch Dr. K. Schütte und Dr. F. Burmeister (München), Ing. E. Preuschen (Salzburg), Dr. F. Czermak (Innsbruck) und Dr. C. Hochstetter (Leoben) haben in dankenswerter Weise persönliche Rückfragen vorgenommen.

Durch Vermittlung von Prof. Dr. K. Graff, Direktor der Universitäts-Sternwarte in Wien, übernahm im Herbste 1933 Dr. J. Rosenhagen das Beobachtungsmaterial zur Bearbeitung. Dieser hat gelegentlich einer Reise in Deutschland einige weitere süddeutsche Beobachter und einen besonders wichtigen in Obersteiermark besucht; auch Dr. Bühler (Stuttgart) und A. Besenreiter (München) führten noch Rückfragen durch. Anfragen bei vier norditalienischen Sternwarten blieben leider ergebnislos.

In der Zwischenzeit erfolgte im Frühjahr 1933 die chemische und mikroskopische Untersuchung des Meteorsteins. Das Probematerial hiezu wurde, um die modellartig schöne Form des Meteoriten zu schonen, durch Entnahme eines Bohrkerns auf der Rückseite des Steines gewonnen. Diese immerhin etwas heikle Operation wurde am Institut des Prof. Dr. Ing. R. Grengg an der technischen Hochschule in Wien vollzogen. Die Bohrprobe fand zur Hälfte für die chemische Untersuchung, zur anderen Hälfte für die Herstellung von Dünnschliffen Verwendung.

Die chemische Analyse führte Prof. Dr. E. Dittler an der Universität in Wien aus. Durch seine Vermittlung hat Prof. Dr. V. M. Goldschmidt (Göttingen) den Meteorstein auf seinen Gehalt an seltenen Elementen geprüft. Die mikroskopische Untersuchung hat der Verfasser am naturhistorischen Museum in Wien durchgeführt. Bekanntlich befindet sich dort die wahrscheinlich heute noch bedeutendste, jedenfalls die älteste Meteoritensammlung der Welt. Prof. Dr. H. Michel, erster Direktor des Museums, bekundete auch sofort für den neuesten österreichischen Meteoritenfall lebhaftes Interesse. Für die Erlaubnis zur Benützung der Einrichtungen der mineralogisch-petrographischen Abteilung des Museums und für wertvolle Hinweise ist ihm Verfasser sehr zu Dank verpflichtet. Ein besonderer Dank sei Dr. K. Demmelbauer (Linz a. D.) ausgesprochen, der eine Anzahl seiner mit Leika aufgenommenen Lichtbilder in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte, ebenso F. Brosch (Linz a. D.) für die Ausführung einer Handzeichnung.

So ist der Kreis jener, die an der Klarstellung des Prambachkirchner Meteoritenfalls mitwirkten, ein großer; ihrer aller Mithilfe ist es zu verdanken, daß eine möglichst erschöpfende Untersuchung des seltenen Naturereignisses erreicht werden konnte.

Seltenheit von Meteoritenfällen.

In Oberösterreich ist in geschichtlicher Zeit erst ein einziger Meteoritenfall bekannt geworden. Er ereignete sich am 20. November 1768 um 16 Uhr in Mauerkirchen. Der 17 kg schwere Meteorstein kam damals, da das Innviertel zu Bayern gehörte, nach München[1]). Teile von ihm sind in den Sammlungen der ganzen Welt zerstreut. Am Landesmuseum in Linz befinden sich nur 1.6 Gramm.

Auch im übrigen Österreich ist bisher nur noch ein Fall beobachtet worden, und zwar erst vor wenigen Jahren, am 28. August 1925 um 19 Uhr 25 Minuten in Lanzenkirchen bei Wiener-Neustadt in Niederösterreich. Es wurde damals ein Meteorstein von 5 kg und einige Monate später in nächster Nähe ein Bruchstück von 2 kg gefunden. Beide befinden sich am naturhistorischen Museum in Wien[2]). Es wird dort noch ein weiterer österreichischer Fund aufbewahrt. Der betreffende Stein wiegt jedoch nur 5 Gramm; er wurde im Jahre 1877 in Mühlau bei Innsbruck, ohne daß aber sein Fall beobachtet wurde, gefunden[3]).

Gemäß der neuesten Zusammenstellung von F. Heide[4]) sind auf unserem Planeten bisher 958 Meteoritenfunde bekannt geworden. Hievon entfallen auf das Gebiet Deutschlands 33, auf das Österreichs 4; d. h. es sind in Deutschland bisher in geschichtlicher Zeit auf je 14.200 km^2, in Österreich auf je 20.900 km^2 ein Meteorit gefunden worden. Berücksichtigt man, daß in Österreich große Teile der Hochalpen unbesiedelt und spärlich besiedelt sind, Gebiete, aus denen auch kein Meteoritenfall bekannt ist, so ergibt sich die Folgerung, daß auf eine Fläche von 30.000 bis 40.000 km^2 alle 100 Jahre ein Meteoritenfund in Mitteleuropa zu erwarten ist, als ungefähres Maß für die Seltenheit dieses Naturereignisses.

Im folgenden zweiten Abschnitt wird der Meteorstein nach Form und Inhalt beschrieben, wobei einige Bemerkungen über die Meteorite als kosmische Gesteine eingefügt sind, im dritten Abschnitt werden die Flugbahn und die Fallerscheinungen dargestellt.

---

[1]) Gümbel C. W., Über die in Bayern gefallenen Steinmeteorite. Sitzber. Ak. Wiss. München 8 (1878) 14.

[2]) Michel H., Der Meteorsteinfall von Lanzenkirchen, N. Ö., Ann. naturh. Mus. Wien 39 (1925) 190. — Dittler E., Die chemische Zusammensetzung des Meteorits von Lanzenkirchen. Mitt. Min. Ges. Wien 88 (1926) 26. — Weinmeister E., Der Meteoritenfall von Lanzenkirchen bei Wiener-Neustadt. Ann. naturh. Museum Wien 46 (1931) 117.

[3]) Brezina A., Die Meteoritensammlung des k. k. naturh. Hofmuseums, Ann. naturh. Mus. Wien 10 (1895) 255.

[4]) Heide F., Kleine Meteoritenkunde, Berlin (1934) 47 (Verständliche Wissenschaft, Bd. 23).

II. Der Meteorstein.

Nimmt man den Stein zur Hand, so interessieren zunächst seine Größe, Form und Oberflächenbeschaffenheit. Diese Eigenschaften der äußeren Gestalt erwirbt ein Meteorit zum überwiegenden Teil erst während der Durchdringung der Gashülle der Erde. Für die Größe sind zwar in erster Linie die Abmessungen des ursprünglichen, kosmischen Körpers maßgebend, sie werden aber durch Substanzverlust in der Atmospäre bedeutend vermindert. Form und Oberflächenbeschaffenheit sind ausschließlich das Ergebnis der atmosphärischen Einwirkungen.

Zur inneren Beschaffenheit werden der Gehalt an chemischen Grundstoffen, der Mineralbestand und das Gesteinsgefüge gerechnet. Diese Eigenschaften bringt der Meteorit aus dem Weltraum mit. Sie geben daher Aufschluß über die stofflichen und physikalischen Verhältnisse seines außerirdischen Bildungsraumes. Ihre Kenntnis bedeutet einen wertvollen Beitrag zur Lösung der Frage vom stofflichen Aufbau des Kosmos.

1. Äußere Gestalt.

Größe und Form.

Das Gewicht des Prambachkirchner Steines betrug bei der Auffindung 2125 g; seit Entnahme der Bohrprobe wiegt er 1987 g.

Seine Grundgestalt gleicht einer dickplattigen Scheibe. Will man deren Größenverhältnisse genau festhalten und vergleichbar mit denen anderer Meteorite machen, so muß man die Abmessungen auf eine bestimmte Lage beziehen. Da der Prambachkirchner Stein zu den sogenannten „orientierten" Meteoriten gehört, d. h. zu jenen, die auf ihrer atmosphärischen Bahn ihre Lage zur Flugrichtung im wesentlichen beibehielten, ist es gegeben, als Bezugslage diese natürliche Orientierung zu wählen. Sie ist am Kontrast der beiden Seiten der Scheibe — der wohlgerundeten Vorder- oder Frontseite und der mehr kantigen Rückseite — gut erkennbar. Für die genaue Einstellung zur Fluglage kann die Grenze zwischen Vorder- und Rückseite, die als sehr markante

Linie (Grenzlinie oder Grenzsaum genannt) an unserem Stein sofort auffällt, herangezogen werden. Je ruhiger sich ein Meteorit in seiner Lage hält und je weniger er zur Flugrichtung schwankt, umso deutlicher wird sich eine Grenzlinie ausbilden. Entwirft man nun vom Meteorstein eine Normalprojektion in der Weise, daß jeder Punkt dieser Grenzlinie getroffen wird, so entsprechen die Projektionsstrahlen der Flugrichtung. Sie sind dieser parallel, so daß letztere eindeutig festgelegt erscheint. Die Projektionsfläche kann man als die Flugnormalebene, das Projektionsbild als den Hauptquerschnitt des Meteorsteins bezeichnen. In Abb. 3 ist dieser Hauptquerschnitt unseres Steines zusammen mit zwei auf ihm senkrecht stehenden Schnitten dargestellt. Sein Flächeninhalt beträgt 125.0 cm^2; er ist einem Kreis mit Durchmesser = 12.7 cm flächengleich. Da der Rauminhalt des Steines 593.0 cm^3 beträgt, ergibt sich eine auf den Hauptquerschnitt bezogene, mittlere Dicke der Scheibe von 4.7 cm. Das Verhältnis Durchmesser : Dicke errechnet sich hieraus zu 2.6. Durch diese auf die natürliche Orientierung bezogenen Größenwerte ist die allgemeine Grundgestalt des Meteorsteins gekennzeichnet (Abb. 3).

Seine Form wird im einzelnen durch Lage, Krümmung und Neigung seiner Begrenzungsflächen bestimmt. In den Abbildungen 4—7 sind einige Ansichten des Meteorsteins wiedergegeben. Den Lichtbildern sind Skizzen beigefügt, welche die wichtigsten Formelemente erläutern. Die Vorderseite besteht aus einer einzigen, in eigenartig harmonischem Schwung gewölbten Fläche. Es können an ihr der exzentrisch gelegene Scheitel (Apex), der mittlere fast ebene, sogar etwas nach innen gekrümmte Abschnitt als sogenannte Frontfläche und schließlich die wechselnd hochbordige Randwölbung unterschieden werden. Die Rückseite macht einen bedeutend unruhigeren Eindruck. Sie zerfällt in eine Reihe von Teilflächen, die allerdings keine sehr scharfe Abgrenzung zeigen. Nur ein randliches Flächenstück, Abrißfläche genannt, hebt sich deutlich ab. Eigenartigerweise sind die Randflächen fast durchaus innengekrümmt. Die Mittelfläche liegt annähernd parallel zur Frontfläche der Vorderseite, wodurch ja der Meteorstein das Gesamtbild einer zur Flugrichtung senkrecht gestellten Platte oder Scheibe erhält.

Das Oberflächenrelief und seine Entstehung.

Immer wieder wird bei Beschreibungen von orientierten Meteoriten auf das eigenartige Relief hingewiesen, das insbesonders auf ihrer Vorderseite zu beobachten ist. Es handelt sich um mannig-

fach gegliederte, wechselnd geformte Vertiefungen, die zweifellos durch die Einwirkung der mit außerordentlicher Geschwindigkeit durchstoßenen Luft entstehen. Man hat sie als Erosionsvertiefungen oder Piëzoglypten (Daubrée 1876) bezeichnet. Da sie am Prambachkirchner Stein sehr gut, man kann sagen, modellartig ausgebildet sind, und da es gelang, sie und damit im allgemeinen die Formänderungen des Steines mit dem weitgehend geklärten atmosphärischen Flugverlauf in Zusammenhang zu bringen, sollen diese Erscheinungen etwas ausführlicher behandelt werden.

Zunächst ist deutlich erkennbar, daß die Form der Vertiefungen in bestimmter Beziehung zur Lage auf dem Meteoritenkörper steht. Am Scheitel zeigen sie kreisförmigen oder elliptischen Umriß, gegen den Rand zu werden aus diesen geschlossenen Formen halbseitig offene, während am Rand beiderseits offene Formen, Rillen und Kerben, ausgebildet sind (Abb. 4 bis 6).

Vertiefungen am Scheitel, Scheitelgruben genannt, sind zwei vorhanden: deutlich verschieden in Größe und Form. Die kleinere, kreisrunde (Durchmesser = 6.0 mm, Tiefe = 1.5 mm) senkt sich flach und allmählich in die Oberfläche ein, während die größere, elliptische (mittlerer Durchmesser = 9.0 mm, Tiefe = = 3.0 mm) steilrandig und scharf abgegrenzt ist. Letztere umgibt ein 3 bis 4 mm breiter, allerdings sehr niederer (höchstens 0.5 mm), in Schrägbeleuchtung aber gut sichtbarer Ringwall.

Die halbseitig offenen Kerben auf der Frontfläche und auf deren Übergang zum Rand sind die am wenigsten prägnanten Formen. Längliche scharfe Kerben auf der Frontfläche scheinen im Windschatten (Lee) kleiner Erhebungen entstanden zu sein, während eine größere Kerbe unterhalb des Scheitels schon einen deutlichen Übergang zu den richtigen Randkerben darstellt. Diese treten nur in bestimmten Abschnitten des Randes auf. Es durchfurchen drei die steilabfallende Flanke zwischen Scheitel und Abrißstelle; eine weitere ist unmittelbar über dieser eingeschnitten. (Tiefe bis zu 9.0 mm, Breite bis zu 12.0 mm.) Bedeutendere Größe, unregelmäßiger dabei aber schwungvoller Verlauf und asymmetrisches Profil unterscheiden sie grundlegend von der zweiten Gruppe der offenen Reliefformen, von den Rillen, die in merkwürdiger Einförmigkeit den ganzen Rand umgreifen. Gleichmäßig 1 bis 2 mm tief eingesenkt und gleichartig gerundet reihen sie sich in gleichen Abständen von 4 bis 5 mm aneinander. Die halbkugelförmige Wölbung unterhalb des Scheitels überzieht so ein einheitliches Rillensystem. Auch am übrigen Rand, im Abschnitt der Randkerben allerdings zurücktretend, kann es verfolgt werden. Eine eigen-

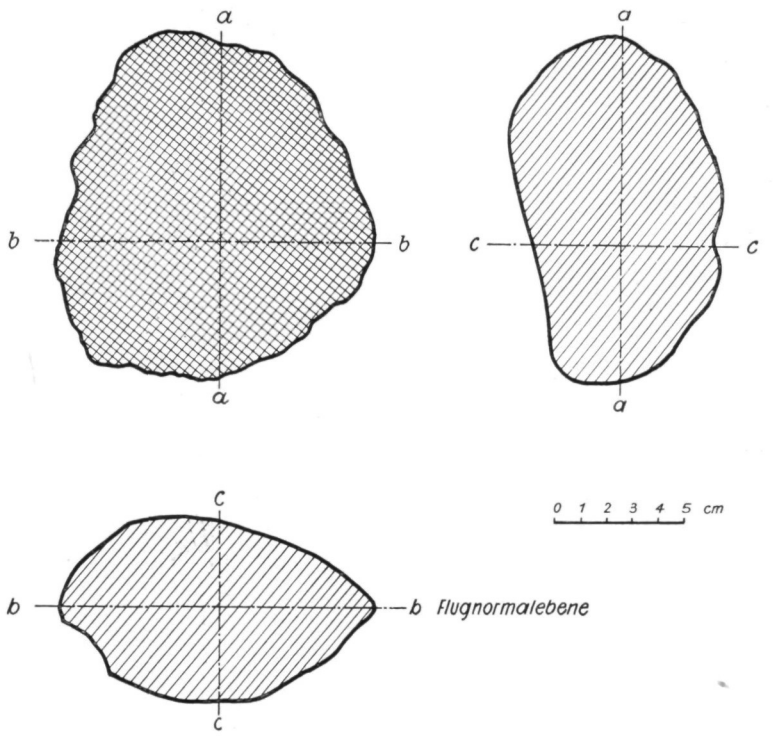
artige Erscheinung, von der noch näher zu sprechen sein wird, ist am Rand gegenüber dem Scheitel zu beobachten: Es überschneiden sich hier zwei solche Rillensysteme schräg in einem Winkel von 50°. Die Überschneidung setzt am Buckel neben der Abrißecke kräftig ein und klingt dann allmählich ab (Abb. 8 und 9).

Wie hat man sich nun die Bildung dieser einerseits meist so regelmäßigen und ausgeglichenen, andererseits stellenweise so unregelmäßig wild eingeschnittenen Reliefformen vorzustellen? Greifen wir zu diesem Zweck ein Augenblicksbild zur Zeit ihrer Formung, etwa in der Mitte der atmosphärischen Bahn, heraus und suchen wir uns ein Bild von den physikalischen Verhältnissen an der Gesteinsoberfläche und in deren unmittelbarster Umgebung, in der aufprallenden Luft, zu machen. Es wird über die physikalischen Begleiterscheinungen des Falles in einem späteren Abschnitt ausführlicher gesprochen werden; hier genügt die Feststellung, daß der Stein im gewählten Zeitpunkt eine Geschwindigkeit von vielen Sekundenkilometern gegenüber der Erdoberfläche und wahrscheinlich nicht viel geringer gegenüber den angrenzenden Gasmassen hat. In der unmittelbaren Grenzschichte besitzen diese eine Temperatur über der Siedetemperatur der Mineralgemengteile des Meteorits (Eisen = 2450°) und einen bestimmten Druck. Die Druckhöhe ist zwar unbekannt, wesentlich für das folgende ist, daß sie an verschiedenen Punkten der Grenzfläche eine verschiedene sein muß. Es wird an der Frontfläche des Meteorsteins zu Erscheinungen kommen müssen, wie sie allgemein am Bug von Körpern, die in eine Strömung gestellt sind, auftreten. Da sich der Meteorstein in seiner Umgebung etwa wie ein Eisklotz verhält, der in einen Heißluftstrom gesetzt ist und in ihm verdampft, werden sich Druck- und Temperaturunterschiede der Gasströmung auf ihm als Oberflächenrelief abprägen müssen. Auf diese Weise ist es umgekehrt auch möglich, aus dem Relief Rückschlüsse auf die Strömungsverhältnisse zu ziehen.

Zur Erklärung der Einzelformen könnte man sich zwar denken, daß durch Ungleichmäßigkeiten im Gesteinsgefüge kleine Reliefunterschiede entstehen, die ihrerseits wieder Störungen im Gasstrom zur Folge haben. Tatsächlich zeigt die Frontfläche auch ein gewisses Feinrelief durch Emporragen von einzelnen Mineralkörnern bis etwa 1 mm über die Oberfläche. In deren Lee sind auch gelegentlich kleine, halbseitig offene Kerben eingeschnitten. Im allgemeinen erscheinen aber doch Gefügeunterschiede unberücksichtigt. Mineralaggregate, wie sie etwa die Chondren darstellen, sind glatt durchschnitten (Abb. 10). Das Feinrelief, welches in einer gewissen Rauhigkeit der Oberfläche besteht, wurde anscheinend erst im allerletzten Bahnabschnitt geschaffen, zumindest verstärkt.

Das eigentliche Piëzoglyptenrelief entsteht nicht durch Nachbildung des inneren Aufbaues des Gesteins, es stellt in seiner Einheitlichkeit und Geschlossenheit vielmehr, wie ausgeführt, die Abprägung des Druck- und Strömungszustandes der am Stein auftreffenden und von ihm abdampfenden Gase dar. So kann es an jenem Punkt, an dem die Strömung genau senkrecht aufprallt, wegen der Stauung zu einer örtlichen Druckerhöhung kommen (Staupunkt). Man kann die Scheitelgrube als seine Abprägung und den Ringwall, der sie umgibt, als Ergebnis einer von der Stauung ausgehenden Druckschwankung ansehen. Von besonderer Bedeutung für die Strömungsverhältnisse und für die Druckverteilung ist der Umstand, daß sich an die Rückseite des Meteorsteins ein luftleerer Raum anschließt. Daher zeigen sich auch die Randkerben deutlich vom Verlauf der Grenzlinie zwischen Vorder- und Rückseite, also zwischen Strombereich und luftleerem Raum abhängig. Liegt die Grenzlinie in der Flugnormalebene, so fehlen Randkerben und sind nur Rillen ausgebildet; verläuft sie schräg, so kommt es infolge von Strömungsablenkungen und örtlichen Druckerhöhungen zur Eintiefung von Kerben. Im Gegensatz zu den Kerben kann das Rillensystem, welches einheitlich und einförmig die ganze Vorderseite übergreift, nur als Abprägung einer ebenso einheitlichen Druckverteilung, eines Art Schwingungszustandes in den aufprallenden und abströmenden Gasmassen aufgefaßt werden. Der gleichmäßige Rillenabstand von 4—5 mm scheint eine für diesen Zustand kennzeichnende Größe zu sein. Die Bildung von solchen regelmäßigen Rillensystemen ist in der Natur ganz allgemein dort zu beobachten, wo strömende Gase oder Flüssigkeiten über gleiche Medien oder über feste Körper hinweggleiten und auf diese mechanisch oder chemisch einwirken.

Soweit lassen sich also die verschiedenen Einzelformen des Oberflächenreliefs als Ergebnis einer einheitlichen gleichmäßigen Strömung deuten. Es wurde aber schon erwähnt, daß einzelne Randkerben auffallend asymmetrisch geformt sind und daß sich an einem bestimmten Randabschnitt zwei Rillensysteme überschneiden. Diese beiden Erscheinungen beruhen zweifellos auf einer Störung in der Reliefbildung und zwar auf einer plötzlichen Richtungsänderung der Gasströmung. Eine solche kann durch eine Formänderung des Meteorsteins oder durch eine Änderung seiner Lage zur Flugrichtung bewirkt worden sein. Sie mußte jedenfalls im letzten Bahnabschnitt erfolgt sein, da ihre Abprägungen sonst nicht mehr vorhanden wären. Es ist naheliegend, sie mit dem Abriß des Randbuckels in Zusammenhang zu bringen, einem Ereignis, das ja eine beträchtliche Formänderung an dem besonders strömungsempfindlichen Scheibenrand bedeutete und auch ein Kippen oder Pendeln des Steines auslösen konnte. Die Beobach-



Verkleinerung = 1 : 3.

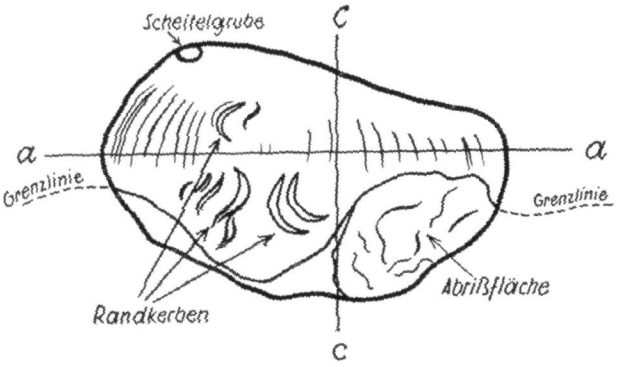
Abb. 3. Die Grundgestalt des Meteorsteins.

Die Grundgestalt ist auf rechtwinklige Achsen bezogen. Die Achse c entspricht der Flugrichtung. Die Ebene der Achsen a—b ist die Flugnormalebene. Das Projektionsbild des Meteorsteins auf diese Ebene wird als Hauptquerschnitt bezeichnet (im Bilde links oben).



Natürliche Größe. Aufnahme von Dr. K. Demmelbauer.

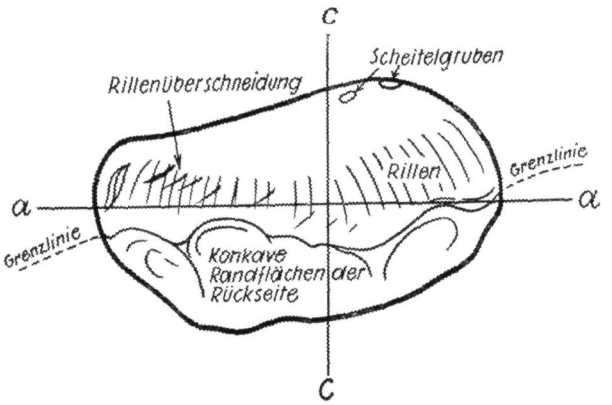
Abb. 4. Seitenansicht.
Gesehen in der Richtung der b-Achse.

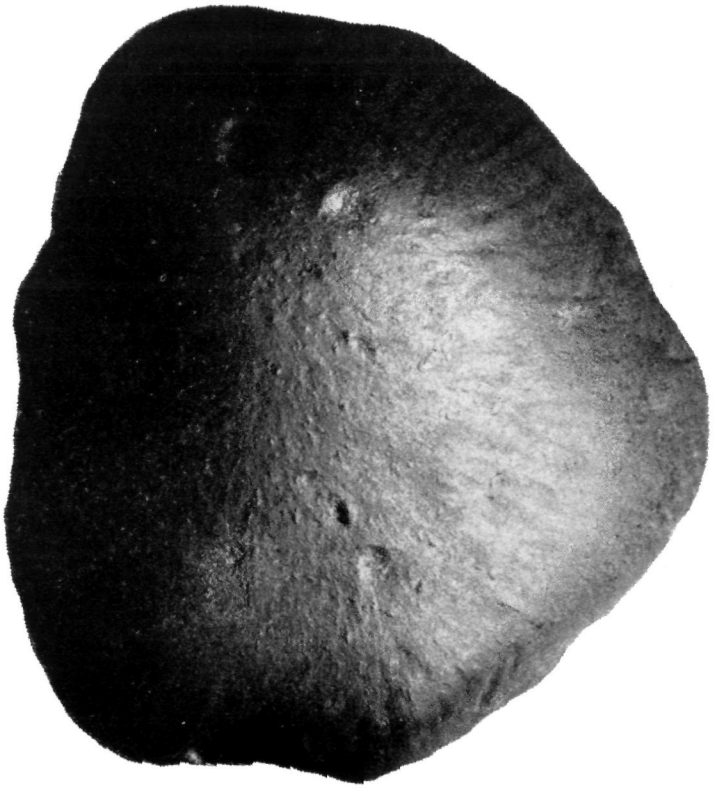




Natürliche Größe. Aufnahme von Dr. K. Demmelbauer.

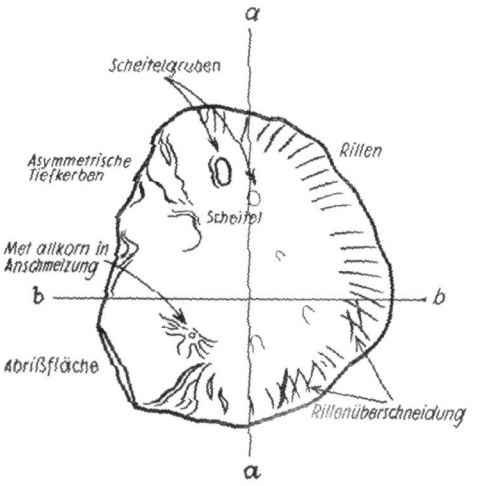
Abb. 5. Seitenansicht.
Gesehen in der Richtung der b-Achse.

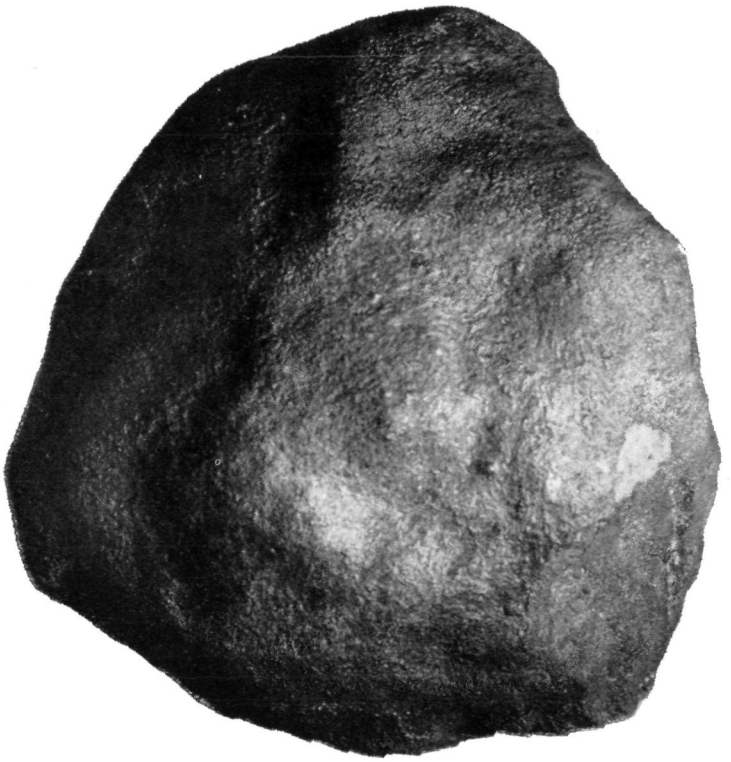




Etwas verkleinert. Aufnahme von B. Stolz.

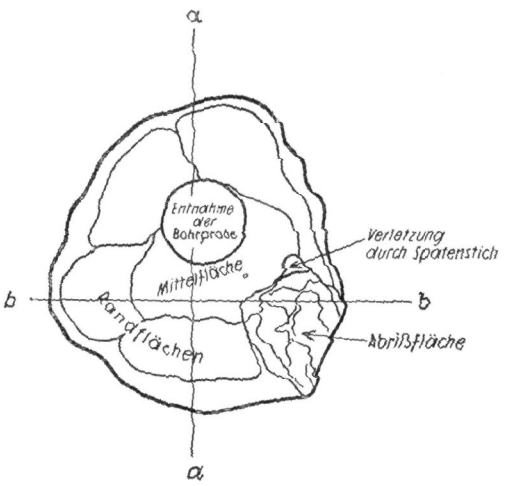
Abb. 6. Vorder- oder Frontseite.





Etwas verkleinert. Aufnahme von B. Stolz.

Abb. 7. Rückseite.





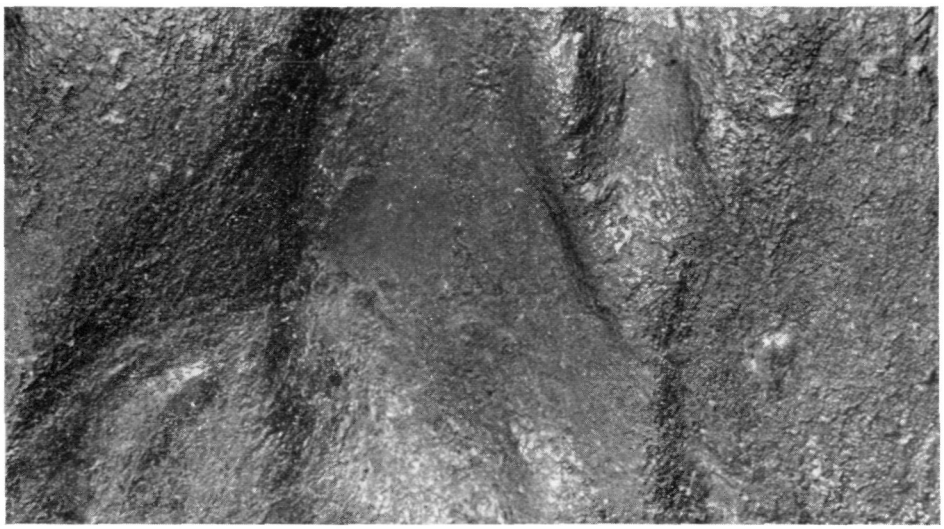
Vergrößerung = 2 : 1. Aufnahme von Dr. K. Demmelbauer.

Abb. 8. Rillen auf der Randwölbung der Vorderseite.



Vergrößerung = 2 : 1. Aufnahme von Dr. K. Demmelbauer.

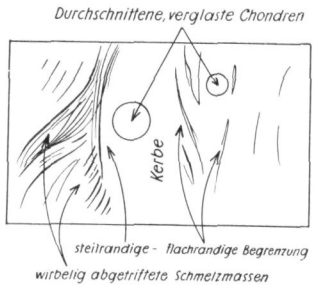
Abb. 9. Rillenüberschneidung.



Vergrößerung = 4 : 1. Aufnahme von Dr. K. Demmelbauer.

Abb. 10. Randkerbe.

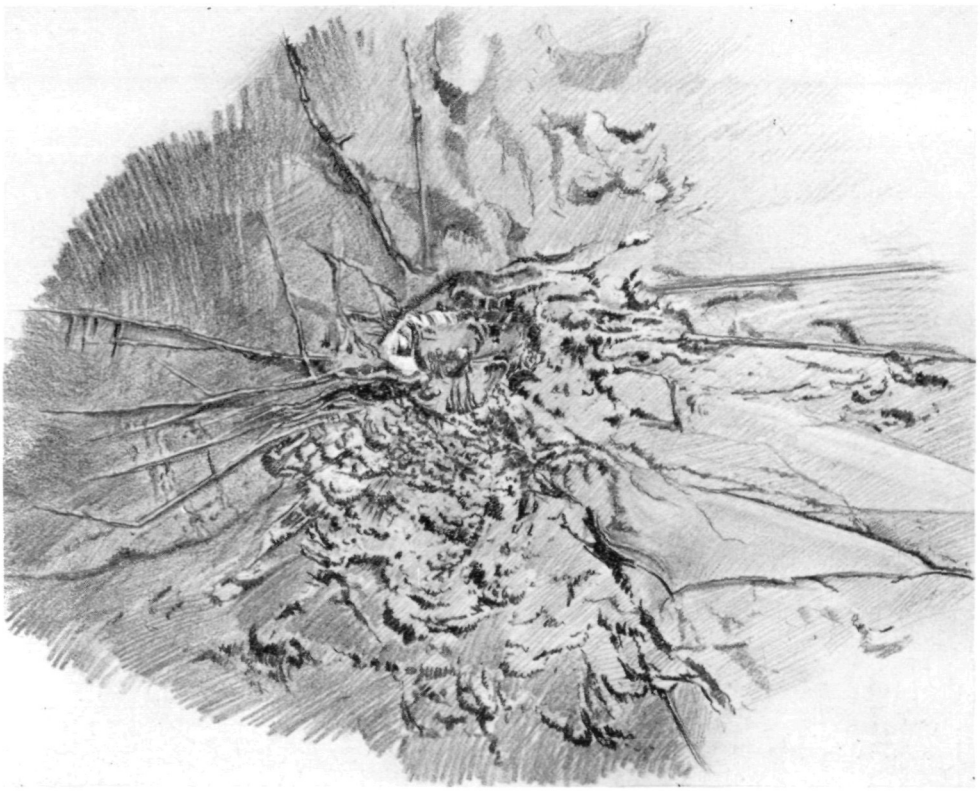
Erklärung siehe nebenstehende Zeichnung.
Die Ausbildung der Schmelzrinde auf der Vorderseite ist gut erkennbar. Man vergleiche untenstehende Abb. 11, welche die Ausbildung der Schmelzrinde auf der Rückseite des Meteorsteins zeigt.





Vergrößerung = 4 : 1. Aufnahme von Dr. K. Demmelbauer.

Abb. 11. Schmelzrinde auf einer Randfläche der Rückseite.



Vergrößerung 6 : 1. Gezeichnet von F. Brosch.

Abb. 12. Metallkorn in Anschmelzung.

In der Mitte erkennt man ein scharfumrandetes zentrales Korn von einer ringförmigen Vertiefung umgeben. Die abgetrifteten Schmelzmassen sind als fladenförmige Krusten (im Bilde unten) als flachgepreßte Beläge (im Bilde rechts) oder als feine Fäden (im Bilde links) ausgebildet. Einer dieser Schmelzfäden zeigt senkrecht zur Spratzrichtung abgetriftete sekundäre Fäden.

tungen am Objekt bestätigen diese Auffassung: Die beiden neben der Abrißfläche gelegenen Randkerben lassen deutlich die Tendenz der Strömung erkennen, sich senkrecht zur neuen Kante einzustellen. Auch die jüngeren überschneidenden Rillen der Rillenüberschneidung weisen in dieselbe Richtung. Ein Zusammenhang ist daher ganz eindeutig gegeben. Bemerkenswerterweise blieb der Rillenabstand auch im neuen, jüngeren Rillensystem derselbe. Es änderte sich nur die Strömungsrichtung, der Schwingungszustand blieb unverändert.

Außerdem scheint aber zugleich ein Kippen des Meteorsteins am Teilungspunkt erfolgt zu sein. Denn an Randabschnitten abseits von der Abrißfläche zeigen sich Überschneidungen an Kerben und Rillen, die mit dieser kaum etwas zu tun haben. Durch eine kleine Drehung des Steines sind sie aber leicht deutbar. Auch das Vorhandensein von zwei Scheitelgruben findet so seine Erklärung. Durch ein Kippen des Steines rückt an Stelle der kleinen flachen Grube die tiefere, kräftiger modellierte an den höchsten Punkt des Scheitels. Wichtig ist, daß durch diese Kippbewegung gleichzeitig auch die Frontfläche eine Neigung zur Flugnormalebene erhält, wodurch, wie später gezeigt werden wird, eine wesentliche Voraussetzung zur Erklärung der Bahnkrümmung erfüllt wird (Abb. 13).

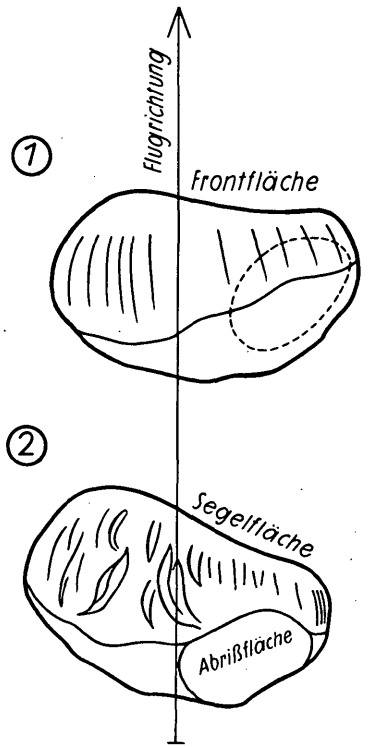


Abb. 13. Form- und Lageänderung am Teilungspunkt.

(1) zeigt den Meteorstein vor dem Teilungspunkt. Die Abrißstelle ist durch eine gestrichelte Linie angedeutet.

(2) Der Meteorstein nach dem Teilungspunkt. Durch ein Kippen um etwa 12° (in der Zeichnung zur Verdeutlichung etwa 20°) wurde die Frontfläche zu einer geneigten Segelfläche und bildeten sich infolge der Ablenkung der abströmenden Gase die Randkerben und die Rillenüberschneidung aus.

Es sei angefügt, daß diese Deutung aller der etwas verworren erscheinenden Einzelheiten des Reliefs nicht von Anfang an so klar und sicher erschien. Zunächst wurde an eine Rotation des Meteorsteins gedacht und versucht, mittels dieser auch die merkwürdige Bahnkrümmung, etwa als Magnuseffekt, zu erklären.

Seinerzeit hatten Haidinger W.[5]) und Döll E.[6]) angenommen, daß die Meteorite um die Flugachse rotieren und daß diese Drehung durch die Flächenlage und Kerbenform verstärkt wird. Gegen diese Ansicht äußerte aber schon Cohen E.[7]) Bedenken und wies darauf hin, daß in diesem Falle eine vom Scheitel regelmäßig divergierende Drift ausgeschlossen sei und im Sinne der Rotation abgelenkt erscheinen müßte. Gerade durch eine solche Strömungsablenkung schien aber zunächst die am Prambachkirchner Stein zu beobachtende schräge Überschneidung der Rillen erklärbar zu sein. Die Rotation kann man sich durch den Abriß des Randbuckels ausgelöst denken. Die Rindendrift zeigt nun, daß unser Stein am Bahnende sicher keine Drehung hatte. Es ergeben sich hieraus, wie man sieht, Widersprüche und physikalische Unmöglichkeiten, so daß die Annahme einer Rotation nicht in Betracht kommt.

Altersfolge und Ausmaß der Formänderungen.

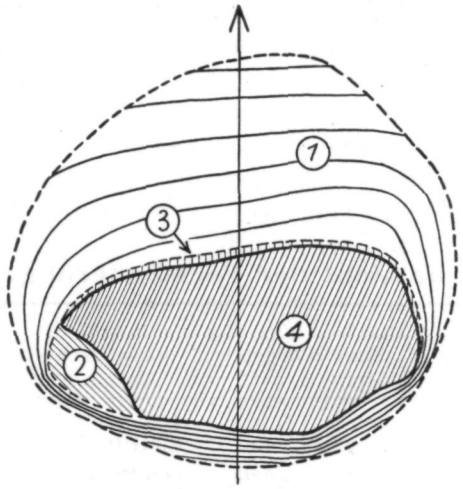
Die Abtrennung des Randbuckels wurde als Teilung der Leuchtkugel beobachtet, so daß der Teilungspunkt auf der Meteorbahn festgelegt werden konnte (Näheres Seite 146). Da die Teilung mit dem Oberflächenrelief und damit mit den Formänderungen des Meteorsteins in Beziehung zu bringen ist, wird es möglich, diese zeitlich zu reihen und ihr Ausmaß mengenmäßig abzuschätzen. Man kann zwei Gruppen von Formänderungen unterscheiden: jüngere, die nach dem Teilungspunkt, und ältere, die vor dem Teilungspunkt erfolgten. Die Rillenüberschneidung, als unmittelbare Folgewirkung der Teilung, ereignete sich nach dem Teilungspunkt. Da das jüngere Rillensystem auf dem alten höchsten bis zu 1.5 mm eingesenkt ist, kann auch am übrigen Rand der Abtrag nicht bedeutender gewesen sein. Auf der Frontfläche war er vermutlich etwas beträchtlicher, der Substanzverlust wird aber auch hier kaum das zwei- bis dreifache des am Rand festzustellenden überstiegen haben. Das Vorhandensein der älteren Scheitelgrube spricht ebenfalls dafür. Der Substanzverlust nach dem Teilungspunkt würde demnach die mittlere Scheibendecke etwa um höchstens 3—5 mm, d. h. je Flugkilometer um rund 0.1 mm verringert haben. Die Gesamtformänderung war also nach dem Teilungspunkt keine bedeutende mehr und man kann sie leicht gedanklich rückgängig machen. Die scheibenförmige Grundgestalt sowie ein bestimmtes Oberflächenrelief

[5]) Haidinger W., Der Meteorit von Goalpara. Über die Rotation der Meteorite. Sitz. Ak. Wiss. Wien 59 (1869) 665.

[6]) Döll E., Die Meteorite von Mocs. Jahrb. geol. R. A. Wien 32 (1882) 421.

[7]) Cohen E., Meteoritenkunde 2 (1903) 173.

waren am Teilungspunkt jedenfalls schon vorhanden; ihre Formung muß vor dem Teilungspunkt erfolgt sein. Suchen wir uns ein Bild von den Vorgängen in diesem Bahnabschnitt zu machen. In den allerersten Phasen des Eindringens des Meteorsteins in die Gashülle der Erde wird die Aufprallgeschwindigkeit der atmosphärischen Teilchen eine höhere, die Dichte und der Druck der abströmenden Gase aber ein geringerer sein. Eine formändernde Wirkung wird in diesem Bahnabschnitt daher nur an der dem Anprall der Teilchen ausgesetzten Vorderseite des Steines zu erwarten sein. Sie muß sich in einer frontalen Abplattung geltend machen. Der Rand wird zu-



Verkleinerung = 1 : 3.

Abb. 14. Formänderung und Stoffverlust des Meteorsteins während der Durchdringung der Luft.

Der ursprüngliche, schätzungsweise etwa 5800 Gramm schwere kosmische Körper ist als annähernd isometrisch angenommen. Der Pfeil zeigt die Flugrichtung an.

(1) = Stoffverlust im Bahnabschnitt vor dem Teilungspunkt.
(2) = Am Teilungspunkt abgesprengte Ecke.
(3) = Stoffverlust im Bahnabschnitt nach dem Teilungspunkt.
(4) = Restkörper = Meteorstein im Gewicht von 2125 Gramm.

nächst unverformt bleiben. Erst in einem späteren Bahnabschnitt wird mit zunehmender Verdichtung der am Meteorit abströmenden Gase auch der Rand verformt, und zwar gewölbt und mit einem Relief versehen werden. Es entsteht so ein scheibenförmiger bis schildförmiger Körper, wie ihn tatsächlich die meisten der orientierten Meteorite aufweisen. Scheiben, bei denen das Verhältnis des Durchmessers zur Dicke Werte von 2—3 aufweist, scheinen häufig vorzukommen. Es ist verständlich, daß bei streng orientiertem Flug die Formänderungen aller Meteorite annähernd gleich sein werden. Denn bei gleicher kosmischer Geschwindigkeit muß die je Flächeneinheit des Hauptquerschnitts des Meteoriten abzubremsende lebendige Kraft wenigstens größenordnungsmäßig die

gleiche sein. Es ist daher etwa die gleiche Wirkung und der gleiche Abtrag zu erwarten. Auf die ursprüngliche Gestalt des kosmischen Körpers erlaubt dies allerdings keinen Schluß. Sie kann beliebig gewesen sein. Am wahrscheinlichsten wird man sie isometrisch annehmen mit einem mittleren Durchmesser, der mindestens gleich, jedenfalls nicht kleiner, wahrscheinlich größer als der des Restkörpers ist.

Für den Prambachkirchner Stein ergibt sich auf Grund dieser Überlegungen im Bahnabschnitt vor dem Teilungspunkt eine Abnahme der Scheibendicke um 75 mm, d. h. je Flugkilometer um rund 0.30 mm, also im Mittel das Dreifache wie im Abschnitt nach dem Teilungspunkt. Auf dem gesamten Luftweg wäre dann die Abnahme der Scheibendicke auf etwa 80 mm, d. h. je Flugkilometer auf 0.27 mm zu schätzen, was einem Gesamtstoffverlust von etwa 3700 g entspricht und eine Substanzabgabe von etwa 1 g je Flugkilometer und Flächeneinheit (1 cm^2) des Hauptquerschnitts des Meteorsteins bedeutet (Abb. 13).

Tabelle 1.

Übersicht der Formänderungen.

	Formänderung	Einwirkungsart	Bahnabschnitt	Bahnlänge km	Gewichtsverlust g
1	Formung zur Scheibe	Vergasung bei zunehmendem Druck	Eintritt in die Lufthülle bis Teilungspunkt	$\sim$ 250	$\sim$ 3500
2	Absprengung eines Randbuckels	mechanisch	Teilungspunkt	—	70—100
3	Rillenüberschneidung, Kerbeneintiefung	Vergasung und Schmelzung bei abnehmendem Druck	Teilungspunkt bis Hemmungspunkt	$\sim$ 50	$\sim$ 200

Rinde.

Die dem Stein verloren gegangene Substanzmenge erscheint zunächst in Form der strahlenden Metalldämpfe der Leuchtkugel. Diese verdichten sich und gelangen als feinster Staub zu Boden. Beim Verlöschen des Meteors sinkt die Temperatur an der Gesteinsoberfläche unter die Siedetemperatur der Mineralgemengteile, liegt aber noch über deren Schmelzpunkt (Eisen = 1225°). In diesem sehr kurzen Zeitabschnitt werden die Oberflächenteilchen in schmelzflüssigem Zustand vom Stein abgedriftet, zum Teil zwar auf der Rückseite gesammelt, aber auch von dort immer wieder abgesaugt. Wird endlich in der Gashülle auch die Schmelztemperatur der

Hauptmineralbestandteile unterschritten, so müssen zufolge der niederen Innentemperatur des Steines die flüssigen Teilchen in rascher Folge auf der Gesteinsoberfläche erstarren. Der Meteorit überzieht sich außerordentlich rasch mit einer Rinde.

Es ist klar, daß infolge der verschiedenen physikalischen Bedingungen die Überrindung an seiner Vorder- und Rückseite eine verschiedene Ausbildung zeigen wird. Auf der Vorderseite bildet sie eine höchstens 1 mm dicke Kruste, hell- bis dunkelbraun, stellenweise braunschwarz gefärbt. Matte und glänzende Flächen wechseln unregelmäßig fleckig ab. Bei näherer Betrachtung stellen sich letztere als kreisrunde, spiegelglatte Querschnitte von abgescherten, durchschnittenen Chondren heraus, die eine dünne, hellbraune Schmelzhaut bedeckt. Man hat sie daher auch „verglaste" Chondren genannt (Abb. 10).

Einige über die Oberfläche hervorragende Mineralkörner (vermutlich ebenfalls Chondren) tragen einen hellbraunen, lackartig dünnen Überzug. Die übrige Rinde besteht aus zahlreichen, unregelmäßig geformten, 1—3 mm^2 großen Flächenstücken von verschieden alten, sich wechselvoll übergreifenden Schmelzhäutchen mannigfacher Dicke. Eine pressende Abtriftung und eine bestimmte Altersfolge der Schmelzen ist unverkennbar. Ein reizendes Bild, gewissermaßen eine Momentaufnahme dieser Vorgänge bietet ein Mineralkorn, das während des Schmelzens von der Abkühlung überrascht wurde und die einzelnen Erstarrungsphasen gut wiedergibt (Abb. 12). Auf der Frontfläche in der Nähe der Abrißecke bemerkt man ein Mineralkorn von 2 mm Durchmesser etwa 0.5 mm tief eingesenkt. Seine Farbe ist bleigrau, der Glanz metallisch. Die lebhaften Spratzerscheinungen machen es wahrscheinlich, daß neben Nickeleisen auch Schwefeleisen vorhanden ist. Das Schmelzkorn trägt eine zentrale buckelartige Erhebung, die von wirbelig gedrehten feinsten Schmelzwülsten umgeben ist. Unmittelbar um das Korn zieht sich eine grabenförmige Vertiefung, nach außen zu einem Schmelzwall steil aufsteigend. Von diesem breiten sich nach allen Seiten die Schmelzmassen aus. Es ist nun deutlich zu erkennen, daß diese aus zwei Altersfolgen bestehen und ihrerseits wieder auf einer älteren braunen Schmelzrinde liegen. Die älteste, dem höchsten Erhitzungsstadium entsprechende Rinde ist hellbraun bis schokoladebraun; sie entspricht einer leichtflüssigen Schmelze und bildet dünne Belege, während die jüngeren Schmelzen dunkelbraun bis schwarz, daher offenbar metallreicher sind und als dickere, zähflüssigere Massen erstarrten. Dünnere Fäden sind ebenso wie die Metallspratzfäden eigenartig doppelt konturiert. Es macht den Eindruck, daß der zähflüssige Schmelzfaden durch den Gasdruck breitgedrückt und in einen Doppelfaden zerlegt wurde (Abb. 15). An

einem der Metallschmelzfäden sind am äußersten Ende feine, sekundäre Spratzfäden angesetzt und fransenartig abgedriftet. Die Richtung der Drift, in der sich auch eine schwache Gasströmung noch wiederspiegeln würde, spricht wie schon früher erwähnt, gegen eine Rotation des Meteorsteins. Die Rinde der Rückenseite läßt zwei Ausbildungsarten unterscheiden: die braune, glatte Rinde der Mittelfläche und die schwarze, schaumige Rinde der Randzonen und



Abb. 15. Spratzfaden des schmelzenden Metallkorns.
Die meist 0,2 mm breiten und bis zu 10 mm langen Schmelzfäden sind durch den Gasdruck breitgedrückt und als Doppelfäden erstarrt.

der Absprengungsfläche. Die Mittelflächenrinde ist 0.5 mm dick, zeigt unter der Lupe ein kleinwulstiges Relief, das von zahlreichen, eng gereihten 0.2—0.3 mm großen Grübchen gebildet wird. Sie macht den Eindruck einer unbehindert schwach brodelnden Schmelzdecke. Hingegen zeigt die Rinde der Randzonen ein sehr lebhaftes Feinrelief. Die Schmelzmassen sind dick und unregelmäßig im Lee angehäuft (Abb. 11). Die schaumige Struktur scheint zweifellos, als Folge des Abreißens und saugenden Abziehens von zähflüssigen Schmelzmassen entstanden zu sein. An der Grenze zur Mittelflächenrinde greifen deutlich die schwarzen blasigen Randschmelzen über erstere hinweg. Es setzen hier entlang einer verhältnismäßig scharfen Grenze Wirbelbildungen ein. Die Mittelfläche war von diesen anscheinend nicht betroffen.

2. Innere Beschaffenheit.

Die Meteorite als kosmische Gesteine.

Bevor über die innere Beschaffenheit des Prambachkirchner Steines berichtet wird, mögen einige allgemeine Bemerkungen über die Zusammensetzung von Meteoriten eingefügt sein.

Zunächst drängt sich die Frage auf: woraus bestehen diese Weltraumboten? Aus denselben Stoffen, die wir auch auf der Erde kennen, oder aus ganz anderen und neuen? Man könnte sich ja recht beliebige Stoffe und stoffliche Zusammenstellungen im außerirdischen Raume vorstellen, wenn man die naturwissenschaftliche

Forschung unberücksichtigt läßt. Soweit aber diese bisher vordrang, zeigte sich, daß in den Meteoriten, gleichwie in den Sonnen- und in den Sternatmosphären, nur jene chemischen Grundstoffe vorkommen, die auch auf unserem Planeten Erde bekannt sind. Ja noch mehr: genau wie in den äußeren Teilen der Erdrinde nehmen in den kosmischen Stoffmassen die Grundstoffe mit niederer Ordnungszahl und unter diesen wieder jene mit gerader Ordnungszahl gegenüber den benachbarten ungeraden eine beherrschende Stellung ein[8]). Es muß dies als Zeichen einer höheren Aufbaustabilität gerade dieser Elemente mit kleinen und geradzahligen Kernladungen im gesamten, unserer Beobachtung bisher zugänglichen Kosmos gewertet werden (Harkins 1917, Noddack 1930).

Die Übereinstimmung geht noch weiter: die Elemente haben sowohl in den kosmischen wie in den irdischen Gesteinen gleiches Verbindungsgewicht (Baxter 1921—1929), bestehen also aus dem gleichen Gemisch von Isotopen[9]). An diesem Gemisch sind die einzelnen Isotope nicht nach einfachen Zahlenverhältnissen beteiligt, sondern sind in beliebigen, aber stets gleichbleibenden Mengenverhältnissen vertreten. Diese Art von Mischung kann schwerlich der Ausdruck einer bestimmten Aufbaustabilität sein. Sie weist eher auf ein gemeinsames Schicksal bei der Entstehung der chemischen Grundstoffe hin. Allem Anscheine nach stimmt auch das Alter der meisten Meteorite mit dem der ältesten irdischen Gesteine zu etwa 1500—2000 Millionen Jahre größenordnungsmäßig überein (Paneth 1931); es wurde jedenfalls bisher kein Meteorit mit höherem Alter festgestellt. Aus allen diesen Gründen gewinnt die Ansicht höchste Wahrscheinlichkeit, daß sämtliche irdischen und kosmischen Gebilde einer stofflichen Einheit zugehören und auch einheitlich entstanden und geworden sind. Wie weit im Weltraume diese stoffliche Einheitlichkeit reicht, ob sie nur unser Sonnensystem umfaßt oder auch in den stellaren Räumen Geltung hat, ist noch unentschieden. Die Lösung der Frage, aus welchen Teilen des Weltraumes die Meteorite stammen, ob sie planetarer oder interstellarer Herkunft sind, ist daher von besonderem Interesse. Bezüglich der Grundstoffe, bezüglich der Atomhäufigkeit und des Atombaues, wahrscheinlich auch bezüglich des Gewichtes und des Alters der Atomgebilde herrscht

[8]) Die chemischen Grundstoffe oder Elemente werden bekanntlich nach steigendem Verbindungsgewicht von 1—92 (= Ordnungszahl) gereiht. Die Ordnungszahl drückt ganz bestimmte Eigenschaften des Atomkerns aus, sie stimmt mit der Anzahl von positiven elektrischen Ladungen überein, die im Atomkern vereinigt sind.

[9]) Die meisten Elemente sind keine Reinelemente, sondern bestehen aus Gemischen von mehreren Atomarten, die zwar gleiche Ordnungszahl, also gleiche elektrische Ladungen, jedoch verschiedenes Atomgewicht besitzen und Isotope genannt werden.

jedenfalls eine erstaunliche Übereinstimmung zwischen den Gesteinen der Erde und den kosmischen Gesteinen, den Meteoriten.

Bezüglich des Mineralbestandes und des Gefüges aber bestehen bedeutende Unterschiede. Diese Eigenschaften sind von den besonderen physikalisch-chemischen Bedingungen des Bildungsraumes abhängig. In den Meteoriten finden sich nun Minerale, die in den uns zugänglichen Teilen der Erde nicht vorkommen und auch nicht vorkommen können. Es handelt sich um Metalle und Metallegierungen, ferner Sulfide, Phosphide und auch Karbide, die nur bei Fehlen von Sauerstoff, jedenfalls nicht in einem Bildungsraum, der mit

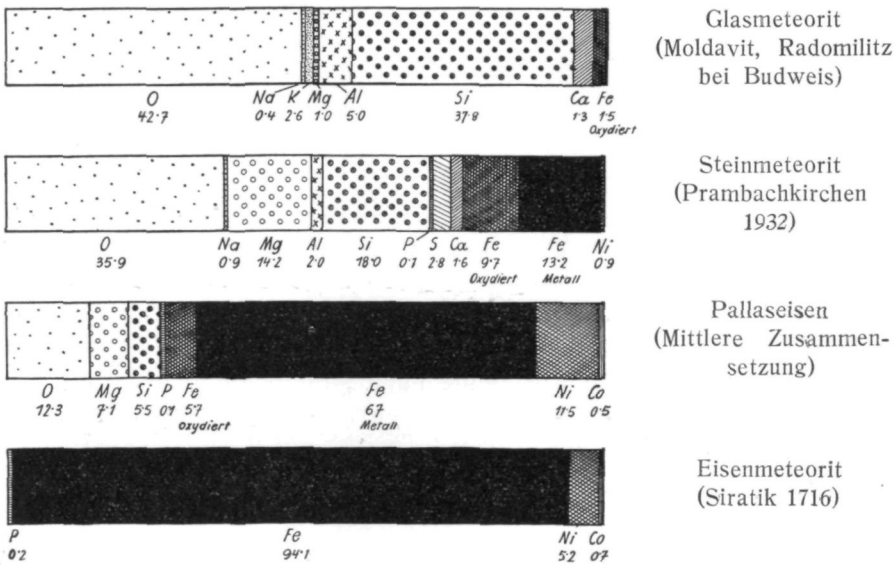


Abb. 16. Atombestand der Meteorite.
Die vier Haupttypen der Meteorite sind durch je einen Vertreter gekennzeichnet. Die Zahlen bedeuten den Anteil des betreffenden Elementes am Atombestand in Hundertel.

einem Überschuß an Sauerstoff ausgestattet ist, beständig sind. Zweifellos ist daher der außerirdische Bildungsraum der Meteorite durch einen Mangel an Sauerstoff gekennzeichnet. Reiht man die Meteorite nach ihrem Gehalt an Sauerstoff und an Leichtmetallen, so kommt man zu einer in Abbildung 16 wiedergegebenen Gruppierung. Sie beginnt von unten mit den sauerstoffarmen bis -freien, aus Schwermetallen (Fe, Ni) bestehenden Eisenmeteoriten, an die sich die Pallasite und die Steinmeteorite, schließlich nach steigendem Inhalt an Sauerstoff und Leichtmetallen ganz harmonisch die Glasmeteorite oder Tektite anreihen. Bei letzteren ist es möglich, daß ihr Sauerstoffgehalt wenigstens teilweise irdischen Ursprungs ist, das heißt die Leichtmetalle, aus denen sie bestehen, erst in der Erdatmosphäre zu Silikaten verbrannt und zu Glas zusammengeschmol-

zen sind (Michel 1922). Für das Gefüge sind bei den Eisenmeteoriten Großkristallbildungen (Widmannstätten'sche Figuren), bei den Pallasiten Saigerungen und bei den Steinmeteoriten porphyrische oder feinfaserige Kugelbildungen (Chondren) spezifische Erscheinungen, die an irdischen Gesteinen bisher nicht beobachtet wurden. Man hat sie auf Temperaturschwankungen, denen die Meteorite auf ihrer außerirdischen Bahn ausgesetzt sind, zurückgeführt und diese Vorgänge als Thermometamorphose bezeichnet (Wahl 1910).

Wie fügt sich nun der Prambachkirchner Meteorstein in dieses derzeitige Erkenntnisbild ein?

Da über die chemischen und mikroskopischen Untersuchungen anderwärts[10]) ausführlich berichtet wurde, sollen hier die Ergebnisse nur zusammenfassend wiederholt werden. Im allgemeinen brachten sie überraschend wenig Neues, soweit es bei Meteoriten noch als Überraschung bezeichnet werden kann, daß sie sich stofflich meistens weitgehend ähnlich sind. Von allen bekannten Meteoriten gehören 59 von Hundert zu den Steinmeteoriten und von diesen wieder 90 von Hundert zu den Chondriten. Diesem letzteren, weitaus am häufigsten wiederkehrenden Typus ist auch der Prambachkirchner Stein zuzurechnen.

Chemische Zusammensetzung.

Bauschanalyse (anal. E. Dittler). **Tabelle 2.**

Dichte 4^0 C = 3.583

	v. H.
Fe	8.32
Ni	0.88
Co	0.07
Fe	4.88
S	2.80
SiO_2	38.51
TiO_2	0.12
Al_2O_3	3.88
Cr_2O_3	0.05
Fe_2O_3	—
FeO	12.45
MnO	1.21
MgO	23.46
CaO	2.24
Na_2O	1.16
K_2O	0.23
P_2O_5	0.32
Cl	0.01
H_2O	—
	100.59

[10]) Dittler E. und Schadler J., Der Meteorstein von Prambachkirchen. Sitzber. Ak. Wiss. Wien 142 (1933) 213.

Ferner fand V. M. Goldschmidt:

GaO_2 0.005 v. H.
Sc_2O_3 0.001 v. H.

Vermutlich ist nach Goldschmidt auch Germanium enthalten, während V_2O_3 fehlt.

Qualitativ wurde durch E. Dittler auf folgende Elemente geprüft: Sn, Zr, V Spuren, Ba, Sr, Li, F negativ; Cu zirka 0.01 v. H., Pb, Zn negativ, seltene Erden auf nassem Wege nicht nachweisbar, C in Spuren. Verbrennung im Marsofen und Nachweis von CO_2 durch Titration mit Barytwasser.

V. M. Goldschmidt und Mitarbeiter fanden in Steinmeteoriten und Tektiten im Bogenspektrum etwa 0.003 v. H. Li.

Es ergibt sich hieraus folgender Bestand an chemischen Grundstoffen, gereiht nach ihrer Häufigkeit:

Tabelle 3.

Atombestand.

Ordnungszahl	Zeichen	Name	v. H.	
8	O	Sauerstoff	35.88	hievon metallisch 13.20, oxydiert 9.67
26	Fe	Eisen	22.87	
14	Si	Silizium	18.00	
12	Mg	Magnesium	14.18	
16	S	Schwefel	2.80	
13	Al	Aluminium	2.05	
20	Ca	Calcium	1.60	
25	Mn	Mangan	0.94	
28	Ni	Nickel	0.88	
11	Na	Natrium	0.86	
19	K	Kalium	0.19	
15	P	Phosphor	0.14	
27	Co	Kobalt	0.07	
22	Ti	Titan	0.06	
24	Cr	Chrom	0.03	
17	Cl	Chlor	0.01	
			100.56	

In Abbildung 17 sind diese Werte gereiht nach steigender Ordnungszahl eingetragen.

Die in der Vorbemerkung erwähnte Beziehung zwischen Atomhäufigkeit und Ordnungszahl ist deutlich erkennbar.

Mineralbestand:

Im frischen Bruch hat das Gestein ein weißlich-graues Aussehen. Mit freiem Auge kann man einzelne Chondren der silikatischen Minerale und glänzende Teilchen von Nickeleisen und Troilit in dem sonst dichten Mineralgemenge beobachten.

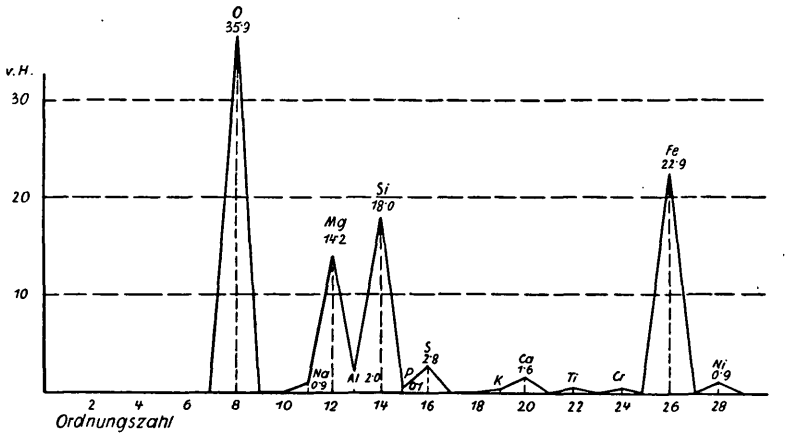


Abb. 17. Atomhäufigkeit im Meteorstein von Prambachkirchen. Die chemischen Grundstoffe sind nach ihrer Ordnungszahl gereiht. In lotrechter Richtung ist ihr Anteil am Gesamtbestand in Hundertel aufgetragen. Atome mit gerader Ordnungszahl sind bedeutend häufiger als die ihnen benachbarten mit ungerader Ordnungszahl.

Die mikroskopische Untersuchung erlaubte die Unterscheidung folgender Minerale:

Olivin = $(Fe,Mg)_2SiO_4$, wobei in annähernder Übereinstimmung des optischen und chemischen Befundes das Verhältnis von Fe_2SiO_4 zu Mg_2SiO_4 mit 1 : 3 festgelegt wurde. Vorherrschender Bestandteil, gelegentlich von Kristallflächen umgrenzt; meist aber, wie bei allen übrigen Bestandteilen, fehlen Kristallumgrenzungen, Korngröße meist 0.3—0.5 mm, höchstens 1 mm. Porphyrische Chondren.

Pyroxen = $(Fe,Mg)SiO_3$, Verhältnis $FeSiO_3 : MgSiO_3 = 1 : 3$, daher als Hypersthen, beziehungsweise, da häufig monoklin, als Klinohypersthen zu bezeichnen. Feinfaserige, exzentrisch-radialstrahlige Chondren.

Oligoklas: = 80 Ab. 20 An. Ab = $NaAlSi_3O_8$
An = $CaAl_2Si_2O_8$

Meist zu Gruppen von Körnern ohne Kristallbegrenzung vereinigt.

Oligoklas-Maskelynit, glasig ausgebildeter Feldspat in Zwischen- und Resträumen der übrigen Gemengteile.

Merrillit: = $Na_2Ca_3P_2O_8$ = farblos, stärker lichtbrechend wie Maskelynit, schwach doppelbrechend. Füllung von Resträumen. Ein den Meteoriten spezifisches Mineral.

Nickeleisen: = Fe mit 9.49 v. H. Ni. Bildet bis zu 1.00—1.50 mm große, unregelmäßig geformte, lappige Körper, die ziemlich gleichmäßig verteilt zwischen den silikatischen Gemengteilen liegen.

Troilit: = FeS. Ebenfalls ein den Meteoriten spezifisches Mineral. Ausbildung und Einlagerung ähnlich dem Nickeleisen, mit dem er auch häufig verwachsen ist.

Optisch nicht auflösbare, undurchsichtige Gemengteile von Korngrößen meist unter 0.01 mm wurden als spinellartige Minerale (Chromit = $FeCr_2O_4$), beziehungsweise als Ilmenit = $FeTiO_3$ gedeutet.

Unter Zugrundelegung der chemischen Analysenwerte läßt sich folgender Mineralbestand berechnen:

Tabelle 4.

Mineralbestand.

	Gewichtsanteile v. H.	Raumanteile v. H.
Olivin	44.49	44.00
Pyroxen	25.82	27.86
Oligoklas + Oligoklas-Maskelynit	12.37	16.92
Nickeleisen	9.27	4.27
Troilit	7.68	5.77
Merrillit	0.85	0.97
Ilmenit + Chromit	0.26	0.21
	100.74	100.00

Einreihung in das System der Meteorite.

In Abbildung 16 wurden die Atomwerte, gereiht nach steigender Ordnungszahl aufgetragen und in Vergleich mit sonstigen Meteoritentypen gesetzt. Die Stellung des Prambachkirchner Steines als Vertreter der Steinmeteorite tritt deutlich hervor; ebenso die besondere Rolle des Sauersoffs, auf die schon früher hingewiesen wurde. Man sieht, daß mit zunehmendem Sauerstoffgehalt und durch Eintritt von Leichtmetallen der silikatische Charakter der Gesteine zunimmt. Diese entscheidende Rolle des Sauerstoffs wiederholt sich auch im einzelnen innerhalb der Gruppe der Steinmeteorite. G. T. Prior[11]) konnte zeigen, daß bei höherem Sauerstoffgehalt der Ni-Gehalt im Nickeleisen ansteigt und zugleich das Verhältnis MgO zu FeO in den Silikaten sich zugunsten des letzteren Bestandteils verschiebt; das heißt, im metallischen Eisen reichert sich das nicht so leicht oxydierbare Nickel an, das verbrannte Eisen erscheint dafür im Silikatanteil. Reiht man die Chondrite nach steigendem Sauerstoff und sinkendem Nickeleisen-Gehalt, so lassen sich nach Prior folgende Typen der Chondrite unterscheiden.

Tabelle 5.

Typen der Chondrite.

Typen nach Prior	Kennzeichnung nach dem Silikatbestand	Gehalt an Nickeleisen v. H.	Fe:Ni im Nickeleisen	MgO:FeO im Silikat
I. Daniels-Kuil	Enstatit-Chondrite	bis 25	13	5
II. Kronstadt	Bronzit bzw. Bronzit-Olivin-Chondrite	10	10	5
III. Baroti	Hypersthen bzw. Hypersthen-Olivin-Chondrite	6—10	6—8	3—4
IV. Sokobanja	Hypersthen bzw. Hypersthen-Olivin-Chondrite	6	2.5	2.5

[11]) Prior G. T., On the remarkable similarity in chemical and mineral composition of chondritic meteoric stones. Min. Mag. 17 (1916) 33. Ferner Min. Mag. 18 (1919) 26 und Min. Mag. 19 (1920) 51.

Gemäß dieser Einteilung ist unser Stein dem Typus der Hypersthen-Olivin-Chondrite, von Prior als Baroti-Typus bezeichnet, zuzuzählen. Eine Gegenüberstellung der kennzeichnenden chemisch-mineralogischen Verhältnisse zeigt die gute Übereinstimmung.

Tabelle 6.

Vergleich des Typus Baroti mit dem Prambachkirchner Meteorstein.

	Chondrit Typus Baroti nach Prior	Prambachkirchen 1932
	mittlere Zusammensetzung v. H.	v. H.
Nickeleisen	9	9.3
Troilit	6	7.6
Olivin	44	44.5
Pyroxen	30	25.8
Feldspat	10	12.4
sonstig	1	1.1
	100	100.7
Nickeleisen Fe:Ni	10	8.6
Olivin Mg O:Fe O	3	3.0
Pyroxen Mg O:Fe O	4	3.1

Gefüge.

Die Gesamtfestigkeit des Prambachkirchner Steins ist eine verhältnismäßig geringe. Zum Ausbohren der zylindrischen Bohrprobe war unter gleichen Bedingungen ein Aufwand von nur der halben Zeit wie bei einem frischen Andesit nötig.

In den Dünnschliffbildern sind alle Eigentümlichkeiten wiederzufinden, welche für das Gefüge der Chondrite als kennzeichnend und eigenartig schon vielfach beschrieben wurden. In einer Grundmasse, die aus staubförmig-feinen Mineralteilchen trümmerartig-brecciös zusammengesetzt ist, liegen die kugeligen bis unregelmäßig ellipsoidischen Chondren von Olivin und Pyroxen in Größen von 0.50—2.00 mm. Ein Olivinchondrum von 5 mm Durchmesser bildet eine singuläre Erscheinung. Je 1 cm^2 Querschnitt sind etwa 8—12 Chondren anzutreffen, wobei das Verhältnis von Olivin- zu Pyroxenchondren sich etwa wie 2 : 1 verhält.

Wie erwähnt, zeigt nur der Olivin kristallographische Umgrenzung. Er scheint das älteste Ausscheidungsprodukt des Gemenges zu sein. Merrillit und Feldspatglas sind deutlich die jüngsten Erstarrungen in Resträumen. Olivinanhäufungen scheinen sich mehr mit dem Nickeleisen zu vergesellschaften, während die übrigen Gemengteile ihrerseits öfters zu Anreicherungen zusammentreten.

III. Die Bahn und die Fallerscheinungen.

Die Meteoritenkunde hat unsere Anschauungen über den Aufbau des Kosmos aus den uns bekannten chemischen Grundstoffen bestätigt. Mit dieser für unser naturwissenschaftliches Weltbild fundamentalen Erkenntnis erheben sich aber neue Probleme, die noch der Lösung harren, Probleme physikalisch-chemischer und vor allem astronomischer Art.

Wie im vorangehenden Abschnitt ausgeführt wurde, unterscheiden sich die Meteorite, diese kleinen und kleinsten Weltkörperchen, wesentlich von den irdischen Gesteinen und man vermutet, daß sie eine andere kosmische Entwicklung hinter sich haben als die Erde. Mit dieser Frage nach ihrer Entstehung ist das astronomische Problem ihrer Herkunft auf das engste verknüpft, welches in erster Linie die Zugehörigkeit zu unserem Sonnensystem betrifft. Sind diese Eindringlinge, so fragen wir, solaren Ursprunges und beschreiben sie, wie die Planeten, ihre Bahnen um die Sonne oder kommen sie als kosmische Staubwolke, der wir zufällig begegnen, aus entfernteren Gegenden des Weltenraumes?

Die Gesetze, die die Bewegungen der Himmelskörper, also auch die der Meteore beherrschen, erlauben uns, hierüber eine Entscheidung zu fällen. Sie schreiben nämlich einem Körper in einem bestimmten Abstand von der Sonne je nach seiner Bahnform eine bestimmte Geschwindigkeit vor; überschreitet diese einen gewissen Grenzwert, so erfolgt die Bewegung nicht in einer elliptischen, das heißt periodischen Bahn, sondern in einer offenen hyperbolischen, die eine Zugehörigkeit zum Sonnensystem ausschließt. Die astronomische Untersuchung eines Meteorfalles läuft also darauf hinaus, nach kritischer Durchsicht der Beobachtungen zunächst die Bahn in der Atmosphäre zu bestimmen und schließlich unter Berücksichtigung der Erdbewegung die für das Problem wesentliche kosmische Geschwindigkeit zu berechnen. Dieser Weg wird in den folgenden Abschnitten über den Prambachkirchner Meteorsteinfall ausführlich erläutert werden.

1. Das Beobachtungsmaterial.

Die Meldungen, die das Linzer Landesmuseum im Winter 1932/1933 erhielt, ließen alsbald erkennen, daß dieser Meteorit eine ganz ungewöhnliche und zunächst auch unverständliche Bahn beschrieben hatte. Es zeigte sich, daß es sich nicht um eine schon in anderen Fällen beobachtete geringe azimutale Verschwenkung, sondern um eine Drehung der Flugrichtung von etwa 240 Grad handelte!

Über die Maßnahmen, die getroffen worden, um die Realität dieser Bahnanomalie nachzuprüfen und wenigstens einen Teil des reichhaltigen Beobachtungsmateriales durch Nachmessungen und Rückfragen einer exakteren wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich zu machen, wurde im ersten Abschnitt berichtet. Es muß betont werden, daß einzig und allein diese persönlichen Rückfragen die Grundlage für die folgende Untersuchung lieferten, die somit nicht, wie es sonst meist der Fall ist, auf allgemeinen und weitschweifigen Laienbeschreibungen, sondern auf Zahlen und Daten beruht. Wesentlich für die Beurteilung der Beobachtungen erwies sich auch der persönliche Eindruck von der Zuverlässigkeit der einzelnen Angaben.

Damit sind die Schwierigkeiten der Bahnbestimmung zwar außerordentlich herabgesetzt, aber nicht vollkommen überwunden. Es verbleiben die in der Natur der Sache liegenden prinzipiellen Ungenauigkeiten, die sich schwer abschätzen lassen und nur durch ein möglichst umfangreiches Beobachtungsmaterial ausgeglichen werden können. Sie liegen in den Täuschungen, denen der Beobachter infolge der Überraschung ausgesetzt ist, welche die plötzlich hereinbrechende Lichtfülle hervorzurufen pflegt. Deshalb sind auch die Angaben über die „erste Sicht" mit Vorbehalt aufzunehmen, auch wenn der Beobachter die Erscheinung gut im Gedächtnis behalten hat. Solche Täuschungen sind vor allem in den Gegenden zu erwarten, die der Meteorit überquerte, wobei auch die meisten Fehlerinnerungen über die Bahnneigung vorkommen.

Aus diesen Erörterungen geht hervor, daß es sich bei der Bahnbestimmung eines Meteores weniger um eine astronomisch scharf umrissene Aufgabe als vielmehr um die richtige, auf alle Umstände Rücksicht nehmende Beurteilung der Laienbeobachtung handelt.

In der folgenden Tabelle 7 sind alle Meldungen zusammengestellt, die irgendwie verwertbar waren. Einige Nummern fehlen deshalb, weil sie sich entweder als unbrauchbar erwiesen oder sich auf ein Meteor desselben Tages in den frühen Abendstunden beziehen.

Auf den Seiten 133 bis 142 folgen die Auszüge aus den Originalmitteilungen in stark gekürzter Form; ferner die Protokolle der Rückfragen, bei denen die Wahrnehmungen, die sich auf die allgemeine Bahnform und die Begleiterscheinungen beziehen, möglichst wortgetreu übertragen wurden. Die Zahlenangaben dagegen wurden in die Tabelle 7 aufgenommen. Enthielt der Originalbericht schließlich gegenüber der Rückfrage merkliche Unterschiede oder gab er mehr an, so wurde er ebenfalls wiedergegeben.

In der Kartenskizze (Abb. 18) sind die Beobachtungsorte mit ihren Nummern eingetragen.

Tabelle 7.

Das Beobachtungsmaterial.

Nr.	Name und Beruf	Ort
1	Franz Pittrich, landw. Arbeiter	Obergallsbach b. Prambachk.
2	Max Baurecker, Müllermeister	Obergallsbach b. Prambachk.
3	Friedrich Stelzmüller, Soldat	Linz a. d. Donau
4	Ernst Seelig, Landes-Reg.-Rat	Kirchdorf a. d. Krems
5	Baumann, Oberlehrer	Rüstdorf, Bez. Vöcklabruck
6	Frau Schuster, Senatspräsid.-Gattin	Salzburg, Stadt
7	Leopold Franke, Förster	Marsbach i. Mühlkreis
8	Johann Hauer, Landwirt	Spielleiten b. Pfarrkirchen i. M.
9	Leopold Mandl, Maschinenwerkm.	Obernberg b. Sarleinsbach
10	M. Salmesmüller, Buchhalter	Linz a. d. Donau
11	Hanna Filgertshofer, kaufm. Angest.	Gmunden
12	Karl Erb, Landwirt	St. Willibald
13	Mitzi Nowotny, Oberlehrerstochter	Weyregg a. Attersee
14	Karl Schmoll, Oberlehrer	Frankenburg
15	Johann Reich, Kaufmann	Frankenburg
16	Franz Winkelhofer	Roßleiten b. Windischgarsten
17	Karl Andorfer, Bäckermeister	Seewalchen
18	Johann Neundlinger, Hilfsarbeiter	Steinhaus b. Wels
19	Josef Breitwieser, Landwirt	Obergallsbach b. Prambachk.
20	Johann Sallaberger, Landwirt	Obergallsbach b. Prambachk.
21	Rudolf Lehner, landw. Hilfsarbeiter	Obergallsbach b. Prambachk.
22	Josef Strasser, landw. Hilfsarbeiter	Prambachkirchen
23	Franz Kerschberger, landw. Hilfsarb.	Prambachkirchen
24	Alois Kerschberger, Landwirt	Prambachkirchen
25	Peter Aichinger, landw. Hilfsarbeiter	Prambachkirchen
26	Franz Mathä, Landwirt	Weinzierlbruck b. Waizenk.
27	Franz Stieglhuber, Landwirt	Weinzierlbruck b. Waizenk.
28	Leopold Meindlhumer, Landwirt	Gmeinholz b. Stroheim
29	Karl Königseder, Wirtschafter	Gmeinholz b. Stroheim
30	Alois Gruber, landw. Arbeiter	Gmeinholz b. Stroheim
31	Josef Pabinger, Schmiedemeister	Steinhaus b. Wels
32	Pauline Lehner, Näherin	Groß-Gerstdoppel, B. Griesk.
33	Johann Aschl, Landwirt	Holzwiesen, Gem. St. Marienk.
35	Josef Reumaier, Gend.-Patr.-Leiter	Aschach a. d. Donau
37	Johann Baumgartner, landw. Arbeiter	Galham b. Prambachkirchen
38	W. von Unruh, Generalmajor	Regensburg
40	Hans Anneg, Oberlehrer	Lohnsburg
41	Marie u. Anna Danter, Gärtnerstöcht.	Attnang-Puchheim
42	Johann Gamsjäger, Wachmann	Gosau
43	Franz Klinglmaier, Auszügler	Mitterstroheim b. Eferding
44	Ludwig Gruber, landw. Arbeiter	Schnallersdorf b. Eferding
45	Josefine v. Pichler	Hall i. Tirol
47	Matthäus Eisl, Gend.-Revier-Inspektor	Mattsee
48	Michl Götzenbrugger, Arbeiter	St. Lorenzen
49	Hubert Reisinger, Tischler	Pinsdorf

Tabelle 7.

Das Beobachtungsmaterial.

Nr.	Land	Wetter	a_1	h_1	a_2	h_2	Dauer	Wahrnehmungen	Rückfrage
			°	°	°	°	s		
1	O. Ö.	≡	—	—	—	—	3—5	L Sch	S
2	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	S
3	„	○	(346)	—	(246)	—	3	L Sch	S
4	„	○	45	45	355	8	—	M	—
5	„	≡	—	—	—	—	—	L	—
6	Sbg	○	—	—	53	10	—	M	P
7	O. Ö.	○	138	63	166	—	—	M Sch	S
8	„	○	156	40	166	18	—	M Sch	S
9	„	≡	(71)	(30)	(231)	—	—	L Sch	S
10	„	≡	—	—	—	—	—	L	S
11	„	?	325	33	8	(5)	—	M	S
12	„	○	—	—	—	—	3	L	—
13	„	○	41	28	36	14	4	M T	S
14	„	○	—	—	—	—	—	L	S
15	„	○	36	13	38	8	3—4	M T	S
16	„	○	—	—	—	—	2	M	—
17	„	○	6	20	6	12	3—3½	M	S
18	„	○	316	35	—	—	3	M	S
19	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	S
20	„	≡	—	—	—	—	4	L Sch	Gd
21	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	Gd
22	„	≡	—	—	—	—	3	L Sch	Gd
23	„	≡	—	—	—	—	3	L	Gd
24	„	≡	—	—	—	—	2—3	L	Gd
25	„	≡	—	—	—	—	3	L	Gd
26	„	≡	—	—	—	—	7	L Sch	Gd
27	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	Gd
28	„	≡	—	—	—	—	3	L Sch	Gd
29	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	Gd
30	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	Gd
31	„	≡	—	—	—	—	4	L	S
32	„	≡	—	—	—	—	—	L Sch	—
33	„	≡	—	—	—	—	3—4	L Sch	—
35	„	≡	—	—	—	—	1	L Sch	—
37	„	○	—	—	62	—	3—4	M?	—
38	Bay	○	—	—	—	—	—	M	—
40	O. Ö.	○	114	29	(88)	(0)	—	M	S
41	„	○	326	28	13	5	4	M	S
42	„	○	—	—	—	—	—	M?	—
43	„	?	—	—	—	—	—	M Sch?	F
44	„	?	—	—	—	—	—	L Sch?	F
45	Tir	○	72	10	68	(6)	—	M	C
47	Sbg	○	66	30	—	—	—	M	S
48	Stm	○	241	20	308	4	4	M	R
49	O. Ö.	○	320	29	—	15	—	M	S

Nr.	Name und Beruf	Ort
50	Ferdinand Halbeck, Student	Augsburg
51	Agathe Pfleger, kaufm. Angestellte	Salzburg, Stadt
53	Richard Wagner, Ober-Tel.-Sekretär	Augsburg
54	Käthe Niedermeier, Friseursgattin	Augsburg
57	F. Hauptmann, Tierarzt	Salzburg, Stadt
58	Alois Schönhofer, Landwirt	Heimhart
60	Hans Dünisch, Müllergeselle	Druisheim, Post Mertingen
61	Karl Stratberger, Gend.-Inspektor	Eberstallzell
62	Josef Hirschler jun.	Aflenz
64	Sepp Enichlmayer, Gastwirt	Traunkirchen a. Traunsee
65	Josef Kaufmann, Gastwirt	Schöntal, Gem. Pöndorf
66	Josef Wolkerstorfer, Landwirt	St. Johann am Wimberg
67	Ludwig Schartner, Gendarm	Ried im Traunkreis
70	Lisl Plätzl	München
72	Wilhelm Voit, Gärtner	München
74	Stephan Grillinger, Oberlehrer	Krokushütten, Post Winterbg.
75	Josef Marx, Jäger	Waldkirchen b. Passau
76	Anton Böck, Werkmeister	Deisenhofen b. München
77	Michael Knöpfle, Steuerinspektor	Markt Oberdorf
80	Martin Seitz, Lokomotivführer	Simbach
81	Sebastian Unterauer, Arbeiter	Garching a. Alz
83	Alois Pils, Lehrer	Ried im Innkreis
84	Martin Weiß	Wallern
85	Georg Väth, Angestellter	Partenstein a. d. Mühl
86	Josef Sterflinger, Friseurgehilfe	Burghausen
88	Anne Faas	Stuttgart
89	Hektor Kirsch, Maler	Stuttgart
90	Robert Diez, Maler	Zell am Neckar
91	Max Stelzer, landw. Arbeiter	Hinzenbach b. Eferding
92	Frau Kaiser, Min.-Sekr.-Gattin	Stuttgart
93	M. Eberhardt	Zoltingen, Nördlingen
94	Wilhelm Thum, Landwirt	Nördlingen
95	Josef Koblasa, Respizient	Vorder-Heuraffl P. Friedberg
96	H. H. Pilz, Schriftleiter.	Simonyhütte a. Dachst. (Hallst.)

Nr.	Land	Wetter	a_1	h_1	a_2	h_2	Dauer	Wahrnehmungen	Rückfrage
			°	°	°	°	s		
50	Bay	○	100	20	—	—	—	M	—
51	Sbg	○	—	43	(48)	(0)	—	M	P
53	Bay	○	—	—	(90)	(0)	—	M	—
54	„	○	—	—	—	—	—	M	—
57	Sbg	○	—	38	(65)	(0)	—	M	P
58	Bay	≡	—	—	—	—	5—6	L	—
60	Bay	○	(70)	—	(40)	—	—	M	—
61	O. Ö.	○	36	17	356	9	$3^1/_2$	M	S
62	Stm	≡	—	—	—	—	3—4	L	—
64	O. Ö.	○	28	44	28	35	$2^1/_2$	M	S
65	„	?	—	—	—	—	15?	L Sch?	—
66	„	○	186	55	211	12	8—9	M Sch	S
67	„	?	—	—	—	—	3	L Sch?	—
70	Bay	○	—	—	—	—	—	M	—
72	„	○	—	—	—	—	—	M	B
74	Bö	○	—	—	—	—	3—4	L	—
75	Bay	○	—	—	—	—	—	M	—
76	„	○	119	42	59	8	—	M	Sch
77	„	○	—	—	—	—	—	M	—
80	„	○	194	20	169	17	—	M	S
81	„	○	(140)	(20)	—	—	—	M	—
83	O. Ö.	○	118	34	(108)	20	1—2	M T	S
84	„	?	—	—	—	—	—	L Sch	—
85	„	≡	—	—	—	—	2	L Sch	—
86	Bay	○	246	45	76	18	—	M	S
88	Wü	○	—	—	—	—	—	M	—
89	„	○	113	15	100	5	—	M	R
90	„	?	—	—	—	—	—	M	—
91	O. Ö.	≡	—	—	—	—	—	L Sch	—
92	Wü	○	—	—	—	—	—	M	Bü
93	Bay	○	—	—	—	—	—	M	—
94	„	○	—	—	—	—	—	M	—
95	Bö	○	—	—	—	—	—	M	—
96	O. Ö.	○	300	65	45	10	—	M	S

Legende: Land: O. Ö. Oberösterreich, Sbg Salzburg, Tir Tirol, Stm Steiermark, Bay Bayern, Wü Württemberg, Bö Böhmen.

Wetter: ○ klar, ≡ Nebel.

a_1, h_1: Azimut und Höhe der ersten Sicht, Azimut von N über O gezählt.

a_2, h_2: Azimut und Höhe der letzten Sicht.

Eingeklammerte Werte bedeuten ungenaue Angaben.

Wahrnehmungen: M Beobachtung des Meteors, L Beobachtung eines ungewissen Lichtscheines, Sch Schallwahrnehmungen, näheres siehe Tabelle 9.

Rückfragen: B A. Besenreiter in München, Bü Dr. Bühler in Stuttgart, C Dr. Czermak in Innsbruck, F Oberlehrer Feichtinger in Stroheim, P Ing. Preuschen in Salzburg, R Dr. Rosenhagen in Wien, S Dr. Schadler in Linz, Sch Dr. Schütte in München.

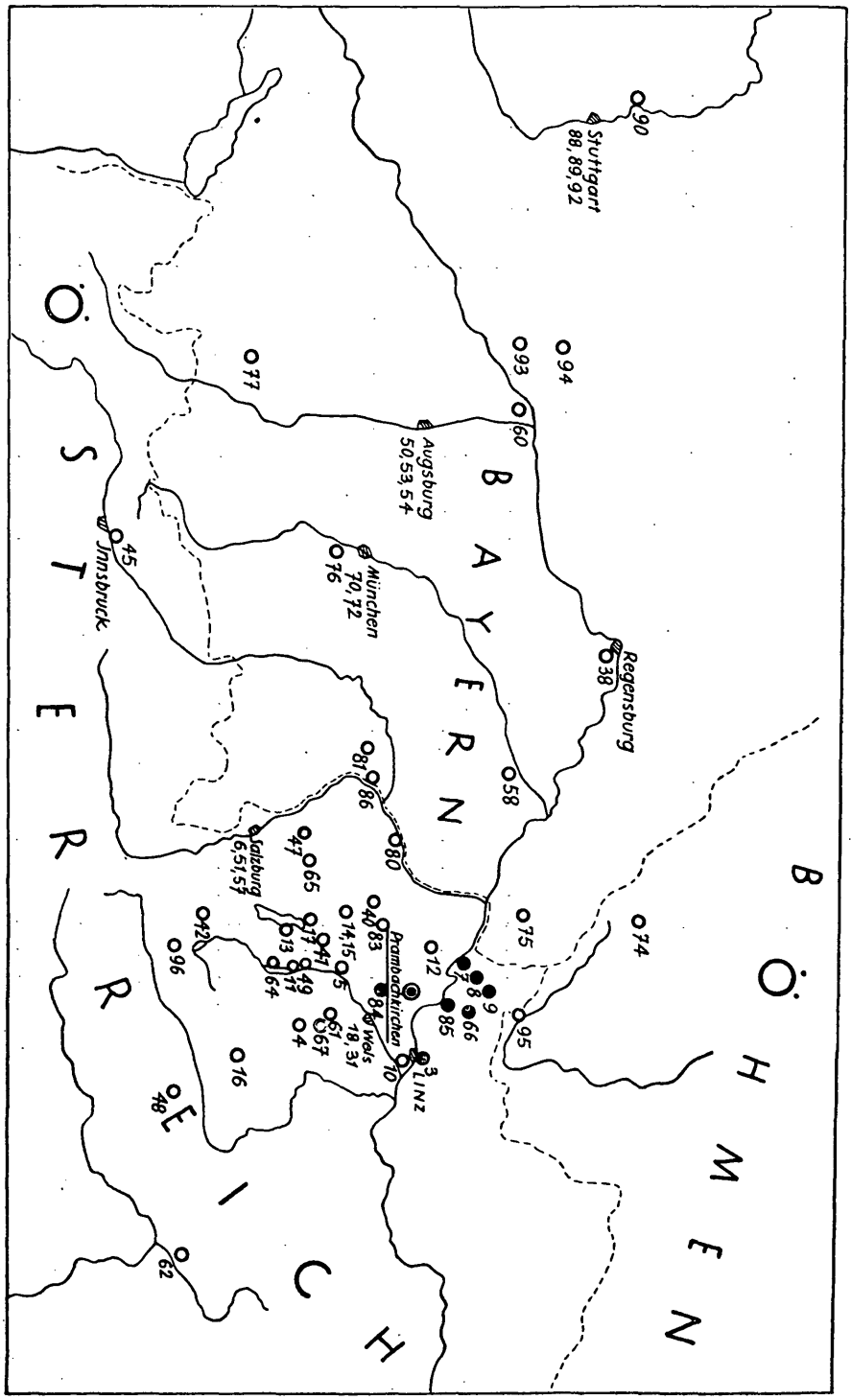


Abb. 18. Die Beobachtungsorte. Die ausgefüllten Kreise bedeuten Schallwahrnehmungen. (vgl. auch Abb. 19 und 26.)

Auszüge aus den Originalberichten und Ergebnisse der Rückfragen.

1. (Rückfrage: S). Beob. befand sich von allen Zeugen des Meteoritenfalles dem Aufsturzort am nächsten (130 m). Da er während des Ereignisses auf dem Wege neben dem Gehöft stand (Abb. 1), ergaben sich für die Ermittlung der Zeitintervalle zwischen den beobachteten Erscheinungen gute Anhaltspunkte. Die Nachmessung, die sich von einer früheren durch etwas kleinere Werte unterscheidet (vgl. Fußnote auf Seite 121), ergab, vom Ende der Lichterscheinung gemessen, folgende Werte: Doppelknall nach 25—30 Sekunden, Fallgeräusch hierauf nach 6—8 Sekunden, welches mit einem deutlichen, dumpfen Aufschlag endete. Der Zeitabschnitt zwischen den beiden Detonationen des Doppelknalles wird mit 1—2 Sekunden angegeben. Die erste Detonation war stärker, wie von einem Büchsenschuß aus 1—2 km Entfernung, die zweite schwächer nach Art eines Echos (vgl. hierzu auch die ausführliche Beschreibung auf S. 102).

2. „. . . . plötzlich erhellte sich das Firmament mit einem weißen Lichtschein. Quelle und Richtung des Lichtscheins war infolge des dichten Nebels nicht erkennbar. Ungefähr 25—30 Sekunden darauf folgte ein mittelstarker, nicht besonders heller Knall, kurz darauf ein schwächerer; beide hörten meine Frau und ich aus südöstlicher Richtung. Nachdem wir wieder 20—30 Schritte gegangen waren, fing hoch oben in der Luft in nordwestlicher Richtung ein Surren, wie von einem Flugzeug an, welches immer stärker und stärker werdend in den Gurgelton einer Schrapnellhülse überging und mit einem lauten Aufschlag in geringer Entfernung vor uns endete (Gehrichtung NW)."

3. (Rückfrage: S). Es war wolkenloses Wetter, über dem Stadtgebiet von Linz lag eine Nebeldecke. Beob. befanden sich am Südabhange des Pöstlingberges, Gehrichtung nach O. Eine plötzliche Helligkeit lenkte den Blick der Beob. nach links (N). Es machte den Eindruck, als ob vom Pöstlingberggipfel (Richtung 346°) ein Scheinwerferlicht sie trifft. Der Lichtschein (eine Feuerkugel wurde nicht beobachtet) schien bei gleich starker Helligkeit sich gegen S zu verschieben und endete etwas rötlich gefärbt in der Richtung 246°. Dauer der Lichterscheinung 3 Sekunden. Nach einigen Gesprächsworten setzten Beob. den Weg fort und hörten nach 80—100 Sekunden (eher länger als kürzer) aus westlicher Richtung ein Rollen (nicht dumpf, mehr hell), das sich zu einem explosionsartigen Geräusch verstärkte (Dauer 5—8 Sekunden).

4. „. . . Gehrichtung S. Ich nahm einen starken, von rückwärts kommenden Lichtschein wahr. Da ich einen Radfahrer vermutete, drehte ich mich um und sah gerade noch am Himmel in einem steilen Bogen von NO kommend und zum untersten Stern des Gr. Wagen (η Ursae maioris) verlaufend ein sehr helles, gelbrotes Meteor verpuffen."

5. „. . . Richtungsbestimmung wegen des starken Nebels nicht möglich, ungefähr nördlich, sehr starke Lichtwirkung, Farbe wie Magnesiumlicht."

6. (Rückfrage: P). Beob. stand in der Küche und richtete, von einer Lichterscheinung geblendet, den Blick auf das Fenster, worauf sie am Firmament, oberhalb des Kapuzinerberges in wenig schräger Linie eine in bläulichem Lichte erstrahlende Kugel von ovaler Form herunterfallen sah. Eine genaue Richtung konnte sie nicht angeben. Der scheinbare Einfallswinkel betrug etwa 70°, NW nach N.

7. (Rückfrage: S). Gehrichtung S, wolkenlos, im Donautal Nebel, der bis etwa 500 m Seehöhe reichte, so daß Beob. sich knapp oberhalb der Nebelgrenze befand und während der späteren Fallgeräusche die ersten Schritte in die dichte Nebelbank machte. Plötzlich trat eine allseitige Aufhellung in grellem, weißem, etwas grünlichem Lichte ein. Beob. sah steil links über sich die Feuerkugel in einem hellen Schein aufleuchten. Leider bot die Nebelbank keinen präzisen An-

halt für die Richtungsbestimmung. Richtung und Höhe der ersten und letzten Sicht wurde während des Gespräches dreimal nachgemessen. Die Mittelwerte sind in der Tabelle wiedergegeben. Die Flugbahn verlief zunächst flach, fast waagrecht, wurde dann aber rasch steiler und tauchte fast senkrecht in die Nebelbank unter. Die Feuerkugel hatte in der Flugrichtung eine scharfe kreisförmige Abgrenzung, Durchmesser kleiner als Vollmondscheibe, und verlief nach rückwärts in einen langen, strahlenden Lichtschweif, der mindestens 20 mal so lang wie breit war. Beob. erinnert sich, daß die Nebelfläche hierbei wie von einem rasch vorüberhuschenden Scheinwerfer beleuchtet wurde. 15—20 Sekunden nach der Lichterscheinung begann ein donnerähnliches Rollen, welches 30—40 Sekunden hörbar war.

8. (Rückfrage: S). Gehrichtung der beiden Beobachter ONO. Wolkenlos, im Tal Nebel. Eine rasch zunehmende, fast plötzlich eintretende Helle lenkte den Blick der Beob. steil, fast senkrecht wenig nach rechts in ihrer Sichtrichtung nach oben. Markante Anhaltspunkte waren für die erste Sicht nicht gegeben. Die Flugbahn verlief steil, fast senkrecht, Beob. hatten den Eindruck, daß sich die Feuerkugel von ihnen entfernte. Noch vor Erreichen des durch Wald gebildeten Horizontes erlosch die Lichterscheinung. Beob. setzten ihren Weg fort und hörten nach 90—100 Sekunden ein Rollen, das in der Stärke stark schwankte und stoßweise zu- und abnahm. Das Rollen erschien dumpf, nicht hell, verstärkte sich zu mehreren Knallen und endete langsam abnehmend. Dauer etwa 60—70 Sekunden. Die Form der Feuerkugel war vorne kreisförmig abgegrenzt und ging rückwärts in einen langen Schweif über. Der Durchmesser des vorderen Teiles war etwas kleiner als die Mondscheibe.

9. (Rückfrage: S). Gehrichtung NO. Ein Bergrand verdeckte den Ausblick nach S, im Tal Nebel. Der plötzlich auftauchende Schein war so grell, daß Beob. sich unwillkürlich gegen einen neben ihm stehenden Baum beugte. Der Lichtschein bewegte sich von O nach W über den Scheitelpunkt des Beob., er drehte sich um und sah Sarleinsbach hell beleuchtet durch den Nebel. Das Licht war grünlichgelb. Nach 90 Sekunden (erste briefliche Mitteilung 137 Sekunden) begann ein dumpfes, nicht helles Sausen wie von einem Exhaustor, das in einen ebenfalls dumpfen Doppelknall überging, wobei beide Knalle gleich stark waren. Dann hörte Beob. wieder ein donnerndes Rollen, das mit einem Geräusch endete, wie etwa von einer einstürzenden Mauer. Dauer der ganzen ununterbrochenen Geräusche 90—120 Sekunden.

10. (Rückfrage: S). Standpunkt östlich der Stadt im Nebel, Gehrichtung W. Plötzlich tauchte rückwärts ein helles, mildes Licht auf, Beob. glaubte das Maximum des Lichtes steil über sich angeben zu können. Die Richtung, in der sich die Erscheinung bewegte, konnte nicht angegeben werden.

11. (Rückfrage: S). Blickrichtung N, die nach WNW verlaufende Hausmauer wurde plötzlich von links, also von NW, durch eine etwa in 45—50° Höhe befindliche grelle Lichtquelle scheinwerferartig erhellt, die anscheinend auf Beob. zukam und sich nach N verschob. Beob. sah dann die Feuerkugel in rötlichem Lichte, etwa in Vollmondsgröße sich in ziemlich flachem Bogen (25—30° geneigt) nach abwärts bewegen und zwischen dem Geäst eines Baumes verschwinden. Eine Teilung wurde, wie Beob. ausdrücklich vermerkt, nicht gesehen.

12. „. . . einmaliges Aufleuchten im O, Dauer 3 Sekunden."

13. (Rückfrage: S). Gehrichtung O. Beob. nahm plötzliche, allgemeine Aufhellung halblinks wahr. Während der Bewegung der Feuerkugel, die Beob. recht sicher angeben kann, teilte sich die Lichtscheibe in zwei Teile, von denen der vordere weißlich und der rückwärtige rötlich strahlte; ihm folgte ein raketenartiger Schweif. Größe der Lichtscheiben zwischen halber und ganzer Voll-

mondsgröße. Beim Verschwinden betrug der Abstand der beiden Lichtscheiben etwa ihren Durchmesser. Dauer der ganzen Erscheinung 4 Sekunden.

Originalbericht: „. . . die Lichtstärke war mit dem Aufleuchten einer 50-kerzigen Birne zu vergleichen. Die Kugel teilte sich während des Falles in zwei Hälften; die erste oder untere behielt die Gestalt einer Halbkugel bei, während die andere sich in eine Schweifbildung auflöste. Diese hatte eine rötliche bis rotgelbe Farbe."

14. (Rückfrage: S). Einmaliges Aufleuchten im NO in bläulichweißlichem Licht, Schweifbildung. Dauer 3 Sekunden. Beob. stand am Fenster, Aussicht stark behindert.

15. (Rückfrage: S). Gehrichtung S. Wegen eines blendenden Lichtscheines wendet sich Beob. nach links und sieht die bläulich strahlende Feuerkugel in Biskuitform herabkommen. Während des Falles teilte sie sich; der gegenseitige Abstand war beim Verschwinden hinter dem Kamm des Hofberges größer als der etwa gleich große Durchmesser der beiden Lichtscheiben. Die vordere war heller und weißlich, die nachfolgende dunkler und rötlich. Richtung und Höhe gab Beob. recht sicher an. Dauer 3—4 Sekunden.

16. „. . . . einmaliges Aufleuchten im NW von etwa zwei Sekunden Dauer, stärker als gutes Autolicht. Es wurde ein rötlicher Lichtstreifen beobachtet, der einen Bogen beschrieb."

17. (Rückfrage: S). Gehrichtung nach NW. Durch plötzliche, scheinwerferartige Aufhellung erschreckt, springt Beob. gegen rechten Straßenrand, da er einen Kraftwagen vermutet, der sich von rückwärts nähert. Er dreht den Blick gegen das Lichtmaximum halb rechts und sieht die etwas ovale Lichtscheibe, wenig kleiner als der Mond, in weißlichgrüner Farbe fast senkrecht niedergleiten. Seine Aussicht ist durch einen nahen Hang (10—15°) behindert. Dauer 3—3½ Sekunden.

18. (Rückfrage: S). Beob. sah die Feuerkugel in Vollmondgröße in rötlichem Licht mit rötlichem, lange nachleuchtendem Schweif fast senkrecht, ein wenig gegen O, unter 70° geneigt, niedergleiten. Dauer 3 Sekunden. Richtungen und Höhen gab Beob. recht sicher an.

19. Siehe Meldung 1.

20. und 21. (Protokoll des Gend.-Postens.) Beob. befanden sich etwas westlich der Fundstelle und bemerkten die plötzliche Erhellung, konnten jedoch wegen des starken Nebels den Herd der Helligkeit nicht entdecken. Dieser Schein war weiß und dauerte etwa 4 Sekunden an. Bald nach Erlöschen des Scheines hörten die Beob. aus NNW einen Knall und sofort darauf einen zweiten, ähnlich wie Pistolenschüsse. Anschließend vernahmen sie ein rollendes Geräusch, als ob in der Richtung des Grubauerhauses (ist die Richtung des Fundortes) ein Flugzeug niedergehen würde. Es dauerte ungefähr 10 Sekunden. Zum Schluß hörten sie einen starken Aufschlag.

22. (Protokoll des Gend.-Postens.) Beob. befand sich 1½ km nordnordwestlich von der Fundstelle, als er den grellen Lichtschein wahrnahm, dessen Quelle er allerdings ebensowenig wie Beob. 20 und 21 angeben konnte. Dauer 3 Sekunden. Nach 10—15 Sekunden hörte Beob. einen Knall aus Osten, wie von einem in weiter Ferne abgeschossenen Sprengschuß. Ihm folgte ein Rollen, welches aus nördlicher Richtung auf den Beob. zukam und das, nachdem es über ihn hinweggegangen war, in ein unheimliches, schwingendes Geheul überging. Das Rollen und Heulen dauerte etwa 20 Sekunden. Einen zweiten Knall oder den Aufschlag hörte der Beob. nicht.

23. (Protokoll des Gend.-Postens.) Beob. konnte nur berichten, daß er die Lichterscheinung, die etwa 3 Sekunden andauerte, bemerkt hatte, aber keine Geräusche.

24. (Protokoll des Gend.-Postens.) Beob. sah helles Licht für die Dauer von 2—3 Sekunden aufflammen, hörte aber nichts.

25. (Protokoll des Gend.-Postens.) Beob. befand sich in der Nähe von Beob. 24 und hatte den Eindruck, als ob eine Sternschnuppe in südöstlicher Richtung niedergegangen sei. Er bemerkte trotz des dichten bis auf den Boden reichenden Nebels genau, daß von der lichtesten Stelle aus ein blitzartiger Strahl in Richtung Pratsdorf niederschoß (ist die Richtung des Hemmungspunktes).

26. (Protokoll des Gend.-Postens.) Beob. sah plötzlich einen sehr hellen Schein in Richtung Gallsbach (Fundort). Er war bläulich und hatte Strahlen wie eine zerspringende Rakete. Dauer etwa 7 Sekunden. Nach weiteren 7 Sekunden hörte Beob. aus derselben Richtung einen starken Knall und gleich darauf ein 3 Sekunden dauerndes, donnerähnliches Rollen. Eine halbe Minute später glaubt Beob. einen Knall aus NW, d. i. aus entgegengesetzter Richtung gehört zu haben.

27. (Protokoll des Gend.-Postens.) Gehrichtung nach NW. Beob. vermutete bei plötzlich auftretender Erhellung einen Radfahrer hinter sich, blickte sich um und bemerkte gerade über sich einen Blitz in Form einer nach allen Seiten ausstrahlenden Rakete. Der Schein war einige Sekunden zu sehen. Nach 20 Schritten (10—15 Sekunden) vernahm er hinter sich donnerähnliches Grollen aus der Richtung Obergallsbach (Fundort), welches etwa eine Minute andauerte.

28. (Protokoll des Gend.-Postens.) Einvernahme gemeinsam mit 29 und 30. Beob. befanden sich etwa 5—6 km nordnordwestlich von der Fundstelle. Sie bemerkten plötzliche Erhellung, die so stark war, daß man trotz des Nebels hätte lesen können. Die Quelle des Lichtscheines, der von gelblicher Färbung war und etwa drei Sekunden andauerte, konnten sie nicht bestimmen. Nach etwa 10 Sekunden hörten Beob. 28 und 30 aus SW einen starken, dumpfen Knall, ähnlich einem in einiger Entfernung abgegebenen Sprengschuß. Anschließend hörten sie aus der gleichen Richtung ein donnerähnliches Rollen.

29. . . . gibt für die Richtung der Geräusche eher SO an.

30. . . . berichtet dasselbe wie 28.

31. (Rückfrage: S). Beob. sah bei dichtem Nebel in der Richtung NNW eine sehr starke Lichterscheinung wie aufflammendes Feuer in bläulicher und rötlicher Farbe. Dauer 4 Sekunden.

32. „. . . . beobachtete ich einen gelbroten Streifen. Es folgte ein langdauerndes Krachen und Sausen, wie mehrere Böllerschüsse, welches zunächst aus W zu kommen schien, dann aber aus NO."

33. „. . . . sah einen Streifen von S nach N fliegen, der weißlich-rötliche Färbung hatte. Trotz des Nebels konnte ich einen länglichen Streifen beobachten, der sich zuerst zur Erde neigte und sich dann wieder gegen den Horizont erhob. Dauer etwa 3—4 Sekunden. Nach weiteren 15—20 Sekunden vernahm ich aus N ein Sausen und ein schußartiges Knattern wie von einem Motor."

35. „. . . . Die Himmelsrichtung des Lichtscheines war nicht feststellbar, da ich mich momentan in einem Lichtkegel zu befinden glaubte. Eine besondere Form oder eine Schweifbildung konnte ebenfalls nicht beobachtet werden. Etwa 30—35 Sekunden nach der Lichterscheinung vernahm ich in westlicher Richtung drei dumpfe Detonationen und gleich darauf ein rund 20 Sekunden andauerndes Geknatter, das so täuschend dem eines Flugzeuges ähnelte, daß ich mich veranlaßt sah, nach einem solchen Ausschau zu halten."

37. „. . . . Zuerst bemerkte ich aus W einen hellen Schein, dann einen langen Streifen von SW nach NO steigend, der vorn zugespitzt war. Dauer 3—4 Sekunden. Hinter Mairing (ist die Richtung zum Hemmungspunkt, ONO) ging der Streifen zur Erde nieder. Er flog in schräger, mehr waagrechter Richtung."

38. „. . . (Schriftliche Antwort auf eine Anfrage Dr. Schadlers.) . . ich sah ganz deutlich ein sehr niedrig fallendes Meteor, das eine Feuerlinie bildete, von S nach O fliegen, dem Lauf der Donau entsprechend."

40. (Rückfrage: S). Gehrichtung NO. Beob. nahm flackerndes Aufleuchten wahr, welches zunimmt und in hellem, grünlichem Licht die Häuser beleuchtet. Beob. wandte sich nach rechts und sah einen farbigen Streifen unter einem Winkel von 50° gegen N einfallen. Die Feuerkugel selbst wurde nicht beobachtet; dennoch gab Beob. Richtungen und Höhen recht sicher an.

41. (Rückfrage: S). Beob. ging nach W, als sie von allgemeiner Helle geblendet den Blick nach rechts wandte. Sie sah die Feuerkugel in langsamer Bewegung steil nach N einfallen. Die gemessenen Richtungen sind unsicher, da der Horizont keine markanten Anhaltspunkte bietet. Das Licht war rötlich, ebenso der Schweif. Größe entsprach dem Vollmonde; während des Fluges wurden keine Veränderungen beobachtet. Dauer 4—4½ Sekunden.

42. „. . . es machte mir den Eindruck, als ob ein strahlender Mond nach NO niederginge. Das Aufleuchten wurde nur einmal beobachtet und dauerte etwa 2 Sekunden. Die Erscheinung wurde durch ein Fenster beobachtet, bevor ich es öffnen konnte, war alles schon vorüber."

43. (Meldung erstattet von Oberlehrer Feichtinger, Stroheim.) Die Lichterscheinung näherte sich dem Beob. Je näher sie kam, desto schneller war die Bewegung und desto mehr konnte man eine lange, rötlich glühende Stange unterscheiden, die vorn einen faustgroßen Kopf hatte, von dem sich Funken loslösten. Dieser Streifen flog immer in derselben Höhe, ohne durch etwas verdeckt zu werden; er kam etwa aus nordwestlicher Richtung und flog nach Hinzenbach—Fraham weiter (d. h. Flugrichtung NW—SO). Dann erfolgte ein zwei Minuten andauerndes, gleichmäßiges Sausen wie von einem fernen Motor.

44. (Meldung erstattet von demselben.) Einmaliges Aufleuchten aus nördlicher, etwas nordöstlicher Richtung, Licht war heller als Vollmond und erschien rötlich. Dann hörte Beob. aus südlicher Richtung einen Doppelknall, der schwächer war als ein Schuß aus einem Jagdgewehr.

45. (Rückfrage: C). Beob. sah das Meteor vom östlichen Ausgang der Stadt Hall i. T. in der Richtung Kufstein niedergehen. Es flog in schwach geneigter Bahn relativ langsam. Richtungen und Höhen konnte Beob. zwischen den Bergen des Inntales sicher angeben. Beob. hatte den Eindruck einer grünen Leuchtkugel.

47. (Rückfrage: S). Beob. befand sich in Gehrichtung ONO und sah die Feuerkugel vor sich in ziemlicher Höhe in gelblich-grüner Farbe aufleuchten. Sie hatte die Form eines länglichen Rechteckes und bewegte sich fast senkrecht nach abwärts.

48. (Rückfrage: R). (Dieser einzige, in größerer Entfernung östlich der Meteorbahn befindliche Beob. sah das Meteor in einem sehr frühen Zeitpunkt, wahrscheinlich gleich nach dem Aufleuchten. Seine Wahrnehmung ist deshalb für die Beurteilung des ersten Bahnabschnittes von besonderer Bedeutung.) Beob. stand auf einem Platze inmitten des Ortes und sah im Moment des Aufleuchtens des Meteors nach W. Er blickte sofort nach links und sah dann etwas westlich der Hochhaide (Azimut 234°, Höhe 18°) das Meteor von links kommen; es bewegte sich in schwach geneigter Bahn, eine Zeitlang durch ein Haus verdeckt, nach NW, über das Paltental und den Dürrenschöberl und verschwand gegen den Pyhrn zu. Die Form war zwar kreisförmig und ganz anders als ein Stern, aber wesentlich kleiner als der Mond. Die Helligkeit glich ungefähr dem Schein des Halbmondes (am 5. 11. 32 war gerade Halbmond). Als Zeitdauer wurde 4 Sekunden angegeben. Beob. hatte sich die Richtungen und überhaupt den ganzen Verlauf der Erscheinung wegen des Zeitungsaufrufes besonders gut eingeprägt.

49. (Rückfrage: S). Gehrichtung war genau W. Plötzlich befanden sich die Beob. (H. Reisinger zusammen mit A. Stadlmayer) in einem hellen Lichtschein, dessen Quelle sie zunächst nicht feststellen konnten. Nach einigen Momenten des Umschauens bemerkten sie im NW einen gelblichen Lichtstreifen steil gegen den Horizont verlaufen; eine besondere Form und auch die Farbe war ihnen nicht mehr erinnerlich. In der ersten schriftlichen Mitteilung wurde von einem rötlichen, gebogenen Streifen gesprochen.

50. „. . . mein damaliger Standpunkt mitten in der Stadt war ganz besonders ungünstig, so daß ich über die zweite Sicht nichts aussagen kann; auch den Höhenwinkel kann ich nicht mehr zuverlässig angeben, besser jedoch die Himmelsrichtung der ersten Sicht."

51. (Rückfrage: P). Beob. befand sich auf unbeleuchteter, freier Straße und wurde durch die plötzliche, intensive Beleuchtung derselben auf das Meteor aufmerksam. Die Einfallsrichtung wurde auf einer Spezialkarte nachgemessen, auf der Beob. ihren Standpunkt genau bezeichnen konnte. Den Einfallswinkel (steil von O nach N) gab die Beob. recht sicher an. Diesem Wert und dem Endazimut kommt bedeutend größeres Gewicht zu als der Beobachtung Nr. 6.

53. „. . . Beobachtung vom Fenster aus, mit weiter Aussicht. Meteor erschien wie ein kleiner Ball, der von S nach O flog. Meteor verschwand direkt hinter Friedberg (genau östlich)."

54. „. . . sah das Meteor in südöstlicher Richtung."

57. (Rückfrage: P). Beob. hatte einen sehr ungünstigen Standort. Ihm war die Sicht teilweise verdeckt, er konnte keine genauen Bezugspunkte angeben, eher die allgemeine Richtung. Der vom Stadtplan abgenommene Wert ist nicht sehr verläßlich. Beob. stand mit dem Gesicht nach SW und wurde erst durch die allgemeine Helligkeit zum Umsehen veranlaßt. Er gab aber ohne jedes Zögern an, daß das Meteor im NO von O her niedergegangen war. (In Übereinstimmung mit Nr. 51.)

58. (Rückfrage durch Florian Wimmer.) Die Beob. befanden sich auf einem Spaziergang in südlicher Richtung, als sie durch den starken Nebel hindurch im SO die Feuererscheinung bemerkten, die etwa 5—6 Sekunden andauerte. Es war ihnen, als ob sie von dem Licht eines ungeblendeten Autoscheinwerfers beleuchtet würden. Die Helligkeit übertraf die des Vollmondes bei weitem. Uber die Form der Feuerkugel und die Flugbahn konnten sie wegen des Nebels keine Aussagen machen.

60. „. . . Das erste Aufleuchten sowie die Flugbahn und das Verlöschen sah ich in nordöstlicher Richtung. Je mehr das Meteor sich der Erde näherte, desto mehr entfernte es sich von mir. Die Flugbahn war schräg, und nicht senkrecht. (In beiliegender Skizze mit den eingezeichneten Richtungen der ersten und letzten Sicht, stimmt zwar die dem Uhrzeiger entgegengesetzte Flugrichtung; die Azimute sind aber weit gefehlt.)

61. (Rückfrage: S). Gehrichtung außerhalb des Ortes nach NW. Beim plötzlichen Aufhellen der Gegend in grünlichem Lichte blieben Beob. und sein Begleiter, Probegendarm Eduard Grill, stehen. Beob. machte dann eine Wendung nach rechts und bemerkte die Feuerkugel im NO in bläulich-grünem Lichte mit langem leuchtenden Streifen. Ein kurzes Stück wurde sie unsichtbar und kam dann in rotem Licht wieder hervor in nördlicher Richtung, wo sie mit einer Neigung von 8—10° niederging und am Horizont verschwand. (In der Originalmitteilung wird der Farbwechsel erwähnt, während bei der Rücksprache behauptet wird, daß die Farbe unverändert blieb und daß nur die Helligkeit etwas abnahm.) Die Nachmessung der Dauer der gesamten Erscheinung ergibt als Mittel von zwei Werten 3.5 Sekunden.

62. „. . . ich ging in östlicher Richtung bei starkem Nebel spazieren, als ich eine starke Erhellung des Firmamentes gewahrte, welche von W zu kommen schien. Ich blickte mich um und sah folgendes: Das Meteor dürfte in unmittelbarer Nähe des Polarsternes aufgetaucht sein und seine Bahn in westlicher Richtung, vielleicht etwas nordwestlich genommen haben. Es währte 3—4 Sekunden."

64. (Rückfrage: S). Beob. stand auf der Straße mit dem Blick nach SO. Er bemerkte grelles Aufleuchten links seitwärts hoch über dem Dach des Hotels am Stein. Die Feuerkugel strahlte in grünlich-bläulichem Lichte und hatte etwa die Größe der Vollmondscheibe. Sie bewegte sich in einer spiraligen Kurve mit etwa 4 Umdrehungen fast senkrecht nach abwärts und verschwand schon in 35° Höhe hinter einem Hausdach. Die spiralige Drehung der Flugbahn hat der Beob. in sehr deutlicher Erinnerung; sie fiel ihm besonders auf. Dauer der Sichtbarkeit 2—$2^1/_2$ Sekunden.

65. „. . . Einmaliges Aufleuchten in rötlicher Farbe im O, außerordentlich hell. Von O wurde ein Sausen vernommen." (Es ist weder eine Bemerkung über das Wetter noch über die Zeitdifferenz angegeben.)

66. (Rückfrage: S). Gehrichtung nach NW. Es wurde fast senkrecht über dem Beob. hell, er machte eine Wendung nach links und sah einen scheinwerferartigen Lichtstreifen sich fast senkrecht nach abwärts bewegen, der die Talwiese in grell weißliches Licht tauchte. Etwa in 34° Höhe erfuhr die Bahn eine fast senkrechte Ablenkung nach rechts, die Lichterscheinung nahm die Form einer nahezu kreisförmigen, bläulichstrahlenden Scheibe an. Sie war etwa doppelt so groß wie der Vollmond und verlor allmählich die strahlende Scheinwerferhelligkeit. Die Bahn verlief nun fast waagerecht, senkte sich in schwacher Krümmung nach abwärts. Die Erscheinung erlosch in Sichtrichtung 211° in einer Höhe von etwa 12°, noch bevor das Meteor den aus einem Waldrücken gebildeten Horizont erreichte. Es strahlte am Schluß in allen Farben, bläulich und rötlich. Eine Schweifbildung konnte nicht beobachtet werden. Das Verlöschen geschah so allmählich, daß Beob. meinte, die dunkle Kugel noch über den Bäumen des Waldes schweben zu sehen. Die Zeitdauer der gesamten Lichterscheinung betrug 8—9 Sekunden.

Nach mindestens 30 Sekunden (wahrscheinlich längerer Zeit, da die Zeit des Stehenbleibens nach Beendigung der Lichterscheinung nicht mehr erinnerlich ist) vernahm Beob., gemäß seiner ersten Originalmitteilung, die bald nach der Auffindung des Meteoriten erfolgte, zuerst einen starken Knall und dann aus der Richtung des Verschwindens der Feuerkugel ein donnerartiges, stoßweises Rollen, wie wenn ein Zug über eine Steigung fährt; an etwa 10 solcher Stöße glaubt Beob. sich erinnern zu können. Bei der Rücksprache gab er ferner an, daß das 60 Sekunden dauernde Geräusch mit einem kurzen Knall endete.

67. „. . . einmaliges bläuliches Aufleuchten in der Dauer von 3 Sekunden in nördlicher Richtung. Die Form ist mir nicht mehr erinnerlich, da ich der Erscheinung zuerst den Rücken zuwandte. Dann vernahm ich aus nördlicher Richtung (Zeitdifferenz nicht angegeben) ein Geräusch, wie wenn in der Ferne mehrere Schüsse abgegeben worden wären."

70. (Rückfrage: Sch). Beob. befand sich in ihrem Heimgarten und bemerkte das Meteor in nahezu östlicher Richtung; sie sah nur einen Teil der Bahn und konnte namentlich über den Punkt des Verschwindens keine sicheren Angaben machen. Höhe und Richtung der ersten Sicht konnten nachgemessen werden.

72. (Rückfrage: B). Originalbericht: „Südöstlich von München beobachtete ich einen raketenähnlichen weiß-grünlichen Lichtschein. Ich sprang vom Rad herunter und sah ihn von W nach O niedergehen." Beob. gab mündlich an, daß die Bahn nur wenig gegen den Horizont geneigt war. Die Höhe über dem Hori-

zont war während der ganzen Flugzeit sehr gering. Die Farbe war hellgelb bis grünlich, die Helligkeit so groß, daß Beob. 200—300 m entfernte Häuser beleuchtet sah.

74. „. . . meine Blickrichtung war gegen N. Plötzlich erblickte ich vor mir die scharf abgegrenzten Schatten der Äste des unmittelbar hinter mir im Hausgarten stehenden, schon entlaubten Fliederbaumes, fast wie bei Sonnenschein. Der Mond leuchtete nur wenig. Zunächst vermutete ich einen besonders grell leuchtenden Autoscheinwerfer von S, wandte mich rasch um und sah nun das grelle Licht des Meteors, das anscheinend an unserem südlichen Horizonte niederging. Leider behinderten Bäume meine Aussicht in dieser Richtung, so daß ich nur mehr die Lichtquelle, nicht aber deren Form erkennen konnte. Als Zeitdauer glaube ich 3—4 Sekunden angeben zu können. Die Richtung war S, vielleicht von hier etwas gegen O."

75. (1. Mitteilung): „. . . ich sah am Himmel in südwestlicher Richtung (Irrtum!) eine Sternschnuppe von ungewöhnlicher Helle. Erst hatte sie die Form einer Kegelkugel und nahm nach halber Bahn, die ich beobachten konnte, die Gestalt eines langen Dreieckes an. Sie hinterließ Strahlen, die an den Schweif eines Kometen erinnerten. Die Bahn verlief erst waagerecht in einem sanften Bogen und ging dann fast senkrecht zur Erde nieder. Von Geräuschen habe ich nichts wahrnehmen können, mein Gehör ist allerdings nicht auf der Höhe."

(2. Mitteilung): „. . . ich hatte meinen Standpunkt im Tal, vor mir lag ein Höhenrücken mit einer Bodenerhebung von ca. 200 m. Das erste Aufleuchten dürfte etwa in der Mitte zwischen Sternenhimmel und Erde gewesen sein. Die größte Helligkeit verbreitete das Meteor in seinem zweiten Bahndrittel, nachdem es im Bogen den Scheitelpunkt verließ und die Gestalt eines Kegels annahm." Skizze der Flugbahn liegt bei.

76. (Rückfrage: Sch). Beob. schilderte das Meteor als einen gleichmäßig runden Ball von blendender Helle, wie Eisen in Weißglut. Es beschrieb in etwa 10 Sekunden eine leicht gekrümmte Bahn von SO nach O. Veränderungen wurden nicht beobachtet; das Meteor verschwand hinter Tannen. Die Angaben des Beob. machen einen recht zuverlässigen Eindruck.

77. „. . . fuhr mit meinem Motorrade in südlicher Richtung. Plötzlich wurde mein Blick durch einen Lichtschein am östlichen Himmel von der Fahrstraße abgelenkt."

80. (Rückfrage: S). Beob. befand sich auf der Brücke Braunau—Simbach in Gehrichtung nach NNW. Er wurde durch eine außerordentliche Helligkeit veranlaßt, stehen zu bleiben und sich nach links umzuwenden. Er sah die Feuerkugel am südlichen Himmel in ziemlich flacher Bahn in blauem Lichte strahlend sich gegen das Dach der Braunauer Kirche bewegen, hinter dem sie verschwand. Sie zog einen sprühenden Funkenstreifen nach sich und hatte die Form einer langgestreckten Birne.

81. (1. Mitteilung): „Ich ging nach W als es hell wurde, und ich glaubte es käme ein Auto. Ich schaute mich um und sah am Firmament einen Stern halb so groß wie der Mond und so langsam niedergehen, daß ich auf der Kirchturmuhr sah, daß es $^3/_4$10 Uhr war."

(2. Mitteilung): „. . . übersende Ihnen eine kleine Zeichnung. Ich war von dem Wald ungefähr 200 m entfernt und sah die Feuerkugel in der angegebenen Höhe über dem Wald in südöstlicher Richtung."

83. (Rückfrage: S). Gehrichtung des Beob. nach S. Eine allgemeine Aufhellung lenkte den Blick nach O, wo Beob. das Meteor sah. Es bewegte sich in einer um 55° geneigten Bahn gegen N abwärts und verschwand hinter einem Dach. Die Farbe war hell weißlich und bläulich, die Form birnenähnlich, in der Größe

des Vollmondes. Das Meteor hinterließ einen langen, nachglühenden Streifen. — In der Originalmitteilung schreibt Beob. noch folgendes: „Ob mehrmaliges Aufleuchten vorhanden war, ist mir weniger in Erinnerung und in meinem Tagebuch nicht verzeichnet, wohl aber das Eine, daß sich von dieser Feuermasse ein Teil ebenfalls loslöste und vergaste. Die Gasse, in der ich das Meteor beobachtete, ist nur 5—6 m breit."

84. „. . . es wurde einmaliges, bläuliches Aufleuchten, in der Stärke einer besonders kräftigen Straßenbeleuchtung im N beobachtet. Dann folgte ein Knall wie ein Kanonenschuß und hierauf ein Sausen, das einige Sekunden dauerte."

85. „. . . infolge des ziemlich starken Nebels konnte ich nur ein schnelles Zunehmen eines kräftigen Lichtscheines wahrnehmen und dann ein langsames Abnehmen in südlicher Richtung. Nach 60—80 schnellen Schritten hörte ich die erste, zwei Sekunden später eine zweite Detonation, vergleichbar mit einem Sprengschuß in einem Steinbruch in 1 km Entfernung. Der Schall kam ungefähr aus südlicher bis westlicher Richtung."

86. (Rückfrage: S). Gehrichtung des Beob. war NNW. Ein plötzliches blendend helles Aufleuchten halblinks vorne, veranlaßte den Beob. und seinen Begleiter stehen zu bleiben. Die Feuerkugel bewegte sich vor ihren Augen in etwa gleichbleibender Höhe, nur wenig sich nach abwärts neigend, über N nach O. In der Richtung NNO machte sich in einer Höhe von etwa 30° eine auffallende Versteilung der Flugbahn bemerkbar. — Die Angaben über die scheinbare Bahn des Meteors werden ungefähr stimmen, die Azimute sind aber ganz unverständlich, besonders da nach diesen Beobachtungen das Meteor sich um mehr als 180° bewegt haben müßte. Der Standort der Beob. gewährte zwar einen freien Ausblick, das Gelände bietet aber im W und O keine prägnanten Anhaltspunkte für das Erinnerungsbild. Zu verwenden sind diese Beobachtungen nicht.

88. „. . . plötzlich sah ich das Meteor begleitet von einem gelblich-grünen Scheine, in west-östlicher Richtung fallen. Es dauerte ungefähr 10 Sekunden."

89. (Rückfrage: R). Diese Beobachtung hat wegen ihrer bedeutenden Entfernung von der Bahn des Meteors besonderes Interesse. Gelegentlich einer Reise konnte der Beob. aufgesucht werden. — Im Originalbericht heißt es: „Plötzlich tauchte in südöstlicher Richtung das Meteor auf und verschwand schnell und in einem Winkel von 55° hinter den Häusern." An diese Häuser konnte sich Beob. erinnern und gab Azimute und Höhen ohne Zögern an. Leider stellte es sich heraus, daß nur ein sehr kurzes Bahnstück gesehen worden war. Die Neigung, die sich tatsächlich zu etwa 45° ergibt, wird kaum stimmen. Beob. gab die Bahn nach der Erinnerung etwa parallel zu einem ebenso geneigten Hausdach an.

90. „. . . daß ich um die fragliche Zeit einen Lichtstrahl erblickte, welcher in südöstlicher Richtung am Horizont niederging."

91. „. . . sah nur das Aufleuchten im SW (starker Nebel) und hörte nach ca. 2 Minuten einen dumpfen Knall."

92. (Rückfrage: Bü). Die ganze Bahn des Meteors ist offenbar nicht gesehen worden, sondern nur ein Teil zwischen den Häusern, Azimut 140—110°. Die Bahn lag parallel zum Horizont in etwa 5° Höhe. Die Angaben scheinen nicht unbedingt zuverlässig zu sein. Farbe bläulich. Der Originalbericht lautete: „. . . das Meteor flog in west-östlicher Richtung ganz langsam in geringer Höhe am Horizont entlang. Es hatte die Gestalt einer leuchtenden Kugel von rötlicher Färbung."

93. „. . . beobachtete ich das Meteor am süd-östlichen Himmel; es zog gegen O. Die Nacht war momentan mondhell erleuchtet."

94. Originalbericht vom Jänner 1933: „Der Stein fiel in der Richtung von W nach O in kurzem Bogen."

95. (Meldung übermittelt von Prof. Spengler in Prag.) „. . . anläßlich eines Dienstganges erblickte ich ein Meteor von violettgelber Farbe, das in der Richtung von O nach SW flog."

96. (Mündliche Berichterstattung an Dr. Schadler in Linz.) Beob. befand sich am Vorplatz der Simonyschutzhütte (2203 m) am Dachstein mit freier Aussicht gegen N, wohin er auch im Moment blickte, als eine allgemeine Erhellung in grünlich-bläulichem Farbton eintrat. Beob. lenkte den Blick zum Himmelscheitel, ohne aber eine nähere Wahrnehmung zu machen, als nach einigen Augenblicken, die Beob. zu Bruchteilen einer Sekunde schätzt, halb links über ihm aus der Richtung Adamekhütte (Westen) die Lichterscheinung in ganz ungewöhnlicher Stärke anschwoll. Während sie in einer nicht sehr steilen, etwas nach oben gekrümmten Kurve sich bewegte, lokalisierte sie sich, d. h. die Lichtfläche verschmälerte sich und es machte den Eindruck, als ob die Vorderseite, in der Flugrichtung gesehen, eine schärfere Abgrenzung hätte, während auf der Rückseite der Erscheinung das Leuchten allmählich in das Dunkel des Himmels überging. Die letzte Sicht erfolgte über der Hochfläche des Totengebirges, etwa in der Richtung des Hohen Priels. Nach dem scheinbaren Untertauchen der Lichtfläche hinter dem Totengebirge war ein Nachleuchten, eine Art Nachzittern des Lichtes als neuerliche geringe Aufhellung zu bemerken. Im W und SW erhebt sich das umliegende Gebirge nur bis etwa 20° Höhe.

2. Die Bahn des Meteoriten in der Atmosphäre.

Die größeren Meteore oder Feuerkugeln, die in den höheren Schichten der Atmosphäre vollständig verdampfen, pflegen am Ende ihrer Leuchtbahn explosionsartig zu zerplatzen. Durch diese Erscheinung wird ein bestimmter Punkt ihres atmosphärischen Weges in so auffallender Weise gekennzeichnet, daß er sich dem Gedächtnis der Beobachter leicht einprägt und als Grundlage der Bahnbestimmung dienen kann. Ist außerdem noch ein weiterer Bahnort in der Erinnerung festgehalten, so läßt sich die wahrscheinlichste Lage des Radiationspunktes am Himmel, das heißt desjenigen Punktes, von dem das Meteor zu kommen schien, nach mathematischen Methoden bestimmen, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die Flugbahn eine Gerade war.

Eine derartige Behandlung der Fallbeobachtungen des Prambachkirchner Meteoriten kommt nun aus mehreren Gründen nicht in Frage. Da er groß genug war, um den Luftpanzer der Erde zu durchdringen, ereigneten sich am Ende der sichtbaren Bahn keine besonderen Leuchtphänomene. Außerdem war seine Bahn nicht geradlinig — sie hatte vielmehr die Gestalt einer spiralartigen Raumkurve — so daß die Beobachter verschiedene Teile der Flugbahn erblickten. Die Endhöhen sind also nicht in der üblichen Weise auf trigonometrischem Wege zu verwerten. Ist das Material aber, wie in unserem Falle, reichhaltig genug, so überschneiden sich an meh-

reren Stellen die Blicksektoren, die mit ihren Höhen nach und nach die Konstruktion der atmosphärischen Bahn ermöglichen. In eine Landkarte werden die nachgemessenen Himmelsrichtungen (Azimute) eingezeichnet und die beobachtete Bewegung des Meteors durch einen kleinen Pfeil markiert. So läßt sich zunächst ein Urteil über die Bahnrichtung fällen; liegt sie einmal vor, so erhält man die Bahnneigung dadurch, daß die einzelnen Visuren mit der Meridianebene[12]) zum Schnitt gebracht werden. Sollten sich einige Richtungen auf bestimmte Bahnstellen konzentrieren, so wählt man diese als Bezugspunkte der Bahn, deren lineare Höhen über dem Erdboden dann leicht zu berechnen sind.

Beschreibung der atmosphärischen Bahn.

Die Bahn unseres Meteoriten läßt sich in vier Abschnitte unterteilen, die durch die Bezugspunkte A, T und H getrennt sind.

1. Der Meteorit ist vermutlich über dem westlichen Oberitalien aufgeleuchtet, hat die Hohen Tauern in etwa 50, das Salzkammergut in 25 Kilometer Höhe überflogen, wobei die Neigung, die zuerst 17° betrug, sich entgegen der Schwerewirkung auf 8° verringerte. Die Bahn verlief recht genau südwestlich-nordöstlich. Von diesem Bahnteil, der mit dem Bezugspunkt A endet, und der mit einer Geschwindigkeit von rund 45 km/sec. durcheilt wurde, liegen nur wenige Beobachtungen vor, so daß er leider der am wenigsten gesicherte ist.

2. Die Strecke von A bis T, die sich am leichtesten rekonstruieren ließ, ist gegen die Erde um 8° geneigt. Bei T löste sich ein Stück des Meteorsteines los. Diese Teilung vertritt hier den Endpunkt bei gewöhnlichen Feuerkugeln in dem Sinne, daß sie eine bestimmte Stelle der Flugbahn bezeichnet. Dieser Punkt konnte zwar nicht nachgemessen werden, sein Ort läßt sich aber recht gut ermitteln. Die Höhen der Bezugspunkte A und T betragen 24 und 14 km bei einer Distanz ihrer Fußpunkte von 70 km.

3. Nun setzt die merkwürdige Bahnkrümmung ein, deren Ursache in der Schrägstellung der Frontseite gegen die Flugnormalebene zu erblicken ist, die im Augenblick der Teilung erfolgte (Abbildung 13). Dadurch wurde eine „Segel-" oder „Tragflügelwirkung" ausgelöst, die den Stein aus seiner Bahn ablenkte. Die Teilung selbst ging nicht explosionsartig vor sich; vielmehr löste sich das kleinere Stück allmählich ab und flog in derselben Richtung weiter, während

[12]) Das ist die durch den Erdmittelpunkt und die Meteorbahn gehende Ebene.

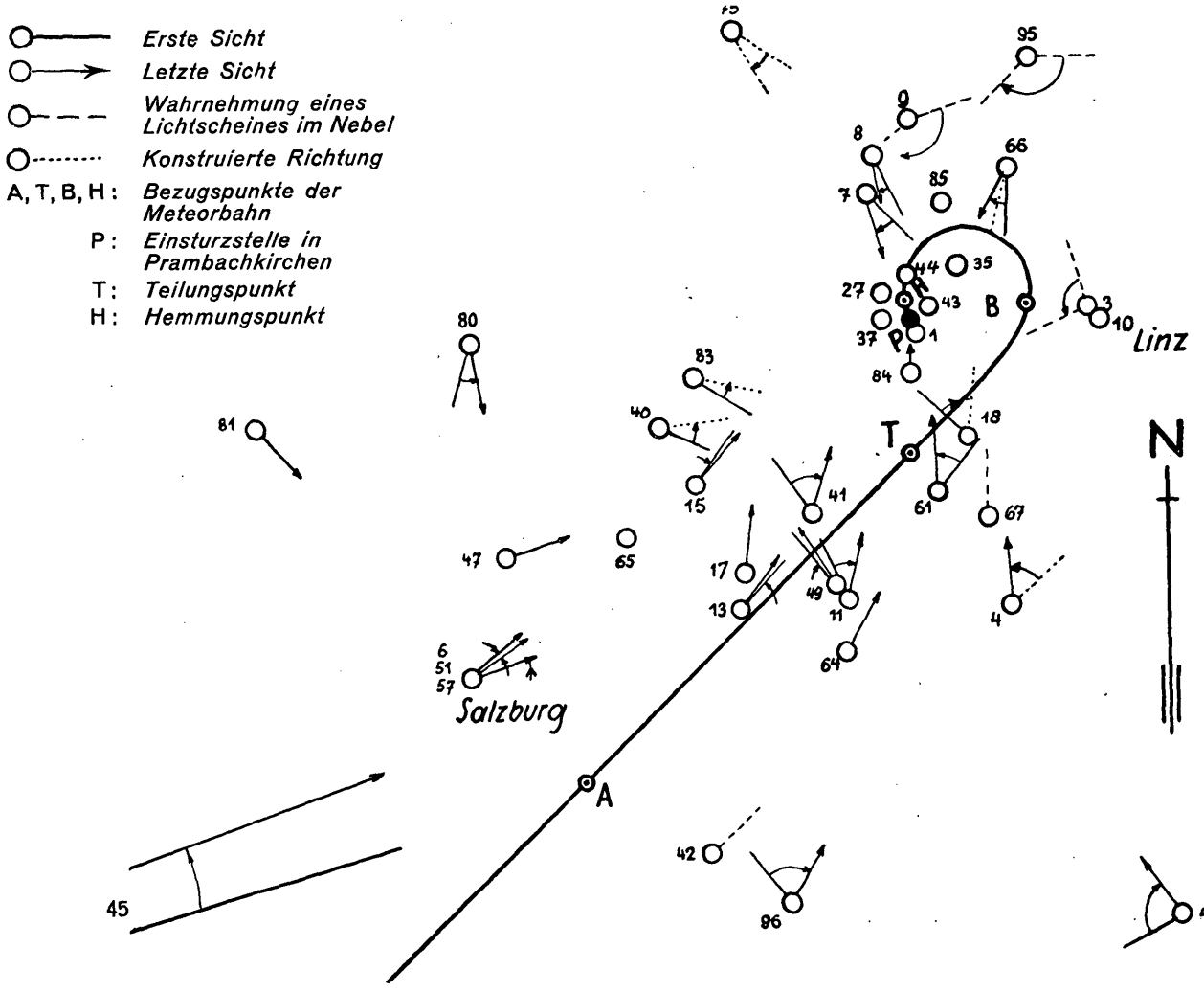


Abb. 19. Die Projektion der Meteorbahn und die oberösterreichischen Beobachtungen mit den Sichtrichtungen.

der Hauptkörper den spiralartigen Bogen zu durchlaufen begann (vgl. auch S. 160). Die Krümmung ist anfangs gering, verstärkt sich aber dann sehr schnell, etwa von dem am weitesten östlich gelegenen Bahnpunkt an, der als Bezugspunkt B bezeichnet werden möge und dessen Höhe etwa 12 km beträgt. Das Meteor erreicht in einer Höhe von 6 km den „Hemmungspunkt", wo vermutlich die Leuchterscheinung ihr Ende findet. An diesem Punkte löst sich auch die Kopfwelle der vor dem Meteoriten komprimierten Luft ab, was als schußartiger Knall von den Beobachtern gehört wurde.

4. Die Geschwindigkeit ist am Hemmungspunkt auf 800—1000 m/sec. abgebremst. Der Meteorstein fällt nun, nachdem die Segelwirkung der im Fluge schräggestellten Vorderseite mit dem Verlust der hohen Geschwindigkeit unwirksam geworden ist, aus einer Höhe von 6 km in einer gewöhnlichen Geschoßbahn herab. Die Geschwindigkeit wird während des Falles durch die immer dichter werdenden Luftschichten noch weiter herabgesetzt, so daß der Meteorstein wahrscheinlich nur mit 200, höchstens 250 m/sec. in den Erdboden eindringt.

Abbildungen 19 und 20 enthalten die Projektion der Meteorbahn; Abb. 20 stellt sie in der Meridianebene dar. Abb. 19 enthält außerdem die oberösterreichischen Beobachtungen mit den Bewegungsrichtungen des Meteoriten; diese Karte bildete die Grundlage der ganzen Untersuchung.

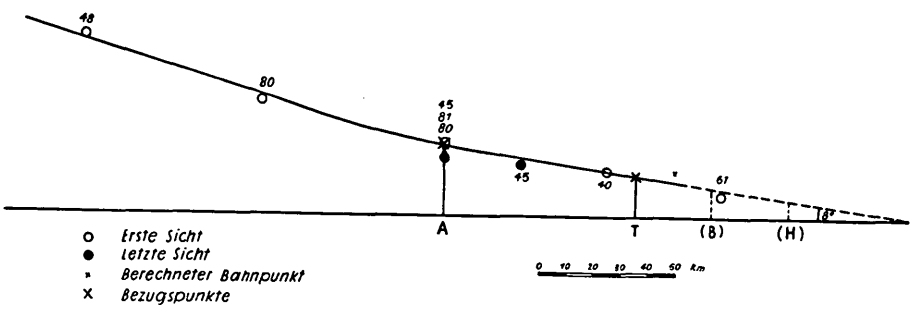


Abb. 20. Die Projektion der Meteorbahn auf die Meridianebene.

Die Konstruktion der Meteorbahn aus den Beobachtungen.

Es würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, eine bis in alle Einzelheiten durchgeführte Diskussion der Beobachtungen zu bringen, die an anderer Stelle erscheinen wird[13]). Wir beschränken uns hier auf die Wiedergabe einiger wesentlicher Punkte, um die

[13]) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien.

Konstruktion der Fallbahn wenigstens in den Umrissen zu begründen. Wir betrachten zunächst das Bahnstück 2, welches die Bahnrichtung, das heißt also das Azimut des Radianten am sichersten liefert. Aus den in Abbildung 19 eingezeichneten Orten ist ersichtlich, daß der Meteorit westlich von 11, 18, 49 und 61 vorüberzog. Auch 17 und 41 scheinen darauf hinzudeuten. Es müssen aber fehlerhafte Erinnerungen oder ungenaue Beobachtungen vorliegen, was bei der außerordentlichen Helligkeit nicht weiter verwunderlich ist. Eine Bemerkung von 17 enthält nämlich für die Bahnlage einen sehr wesentlichen Hinweis. Die Gehrichtung des Beobachters war NW und er sprang, „da er einen Kraftwagen vermutete, der sich von rückwärts näherte, gegen den rechten Straßenrand, dreht sich halbrechts um . . . .". Dieser instinktiven Schutzmaßnahme legen wir bedeutend mehr Gewicht bei, als der Azimutbeobachtung, die mangels gut merkbarer Horizontpunkte durchaus fehlerhaft sein kann.

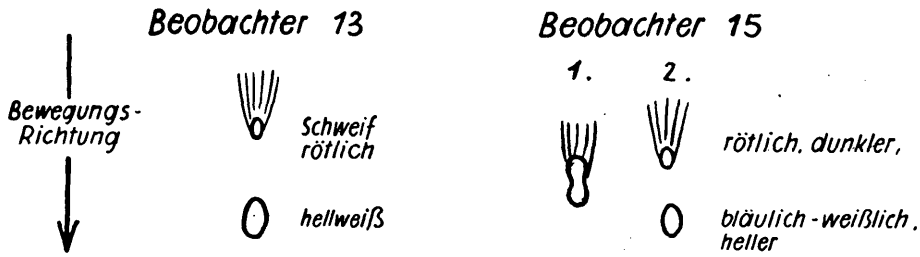


Abb. 21. Die Teilung des Meteors nach den Skizzen der Beobachter 13 und 15.

Ähnliches gilt von 41. Auch 13 bestätigt unsere Annahme; die steil von rechts nach links (NO gegen N) verlaufende Bahn hatte sich die Beobachterin wegen der in diesem Bahnteil erfolgten Absplitterung besonders gut eingeprägt. Unter Berücksichtigung einiger weiterer Aussagen folgt, daß der Meteorit die Flugrichtung SW—NO hatte.

Bezüglich der Neigung ist zu bemerken, daß die Bezugspunkte A und T sich recht gut ermitteln lassen. A liegt zufällig im Schnittpunkt der Beobachtungen 45 (a1), 80 (a2) und 81, welch letztere allerdings nur ein geringes Gewicht hat. Die zugehörigen Höhen ergeben sich zu 26, 21 und 26 km. Die Höhe des Punktes A über der Erdoberfläche beträgt also 24 km. Der Punkt, an dem die Teilung erfolgte, der Bezugspunkt T, wurde von den Beobachtern 13, 15 und 83 gesehen (Abb. 21). Mit der Annahme, daß die Absplitterung jeweils in der Mitte der beobachteten Bahnbögen erfolgte, lassen sich die fehlenden Daten von 83 (h_1 und a_2) durch ein rechnerisches Näherungsverfahren gewinnen. Damit erhält man schließlich auch die Höhe von T über dem Erdboden, die zu 14 km folgt. Da die Distanz der Punkte A und T 70 km beträgt, hatte die Bahn des Meteoriten zwischen diesen Punkten eine Neigung von 8^0.

Als direkte Zeugen der Bahnkrümmung führen wir 4, 7, 8, 61, 66 und 75 an. Weitere 10 Beobachter haben zwar das Meteor nicht selbst gesehen, aber doch eine entsprechende Bewegung des Lichtscheines in den Wolken oder im Nebel wahrgenommen. Es sind dies 3, 9, 25, 27, 33, 37, 43, 84, 85 und 95. 4 und 61 sahen das Bahnstück in der Nähe des Bezugspunktes B; letztere Beobachtung ist besonders wertvoll, da zweifellos der Übergang in das stärker gekrümmte Stück hinter B gesehen wurde (vgl. S. 138). 7, 8 und

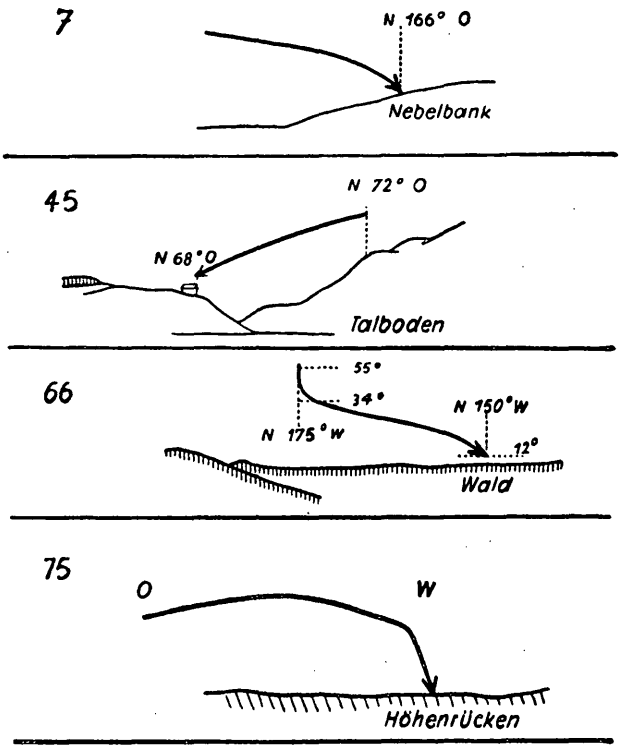


Abb. 22. Skizzen der scheinbaren Meteorbahn der Beobachter 7, 45, 66 und 75.

66, der Hauptzeuge, beobachteten den Hemmungspunkt. 66 sah das Meteor zuerst auf sich zukommen und dann nach rechts umbiegen und schließlich nach einer weiteren Änderung der Richtung noch vor Erreichen des Waldrandes verlöschen. Von 75 liegen leider keine Azimute und Höhen vor; seine Beschreibung und Zeichnung lassen ohne jeden Zweifel erkennen, daß er das letzte Bahnstück unmittelbar vor dem Hemmungspunkt beobachtete. Danach beschrieb das Meteor eine zunächst schwach aufsteigende, dann sich senkende und im letzten Drittel sich stark versteilende Bahn. Für die Beurteilung der Höhe des Hemmungspunktes ist diese Bemerkung von größtem Wert. Aus verschiedenen Beobachtungen (7, 8,

66, 75) folgt die Höhe zu 6 km. Die Lage des Hemmungspunktes kann erst bei Besprechung der Schallwahrnehmungen abgeleitet werden. Die Beobachtungen scheinen darauf hinzudeuten, daß die Versteilung der Meteorbahn schon vor dem Verlöschen erfolgte (Abb. 22).

Der erste Bahnabschnitt wurde von einigen süddeutschen Beobachtern gesehen, von denen zwei eine ganz andere Neigung mitteilen, als sie aus den übrigen Beobachtungen folgt. Es liegen aber schwerwiegende Bedenken gegen die Benutzung dieser auch nachgemessenen Daten vor. 89 konnte überhaupt nur ein sehr kurzes Bahnstück beobachten, welches unmittelbar über Häusern gelegen. leicht zu irrtümlichen Angaben führen konnte. 76 fällt auch ganz heraus. Dagegen bieten 48 und 80 die Möglichkeit, die Neigung während des ersten Teiles zu ermitteln. Es wurde schon bei den „Auszügen aus den Originalberichten etc." (S. 137) darauf hingewiesen, daß 48 ein sehr großes Bahnstück gesehen hat. Die Bergkette, über der das Meteor von ihm erblickt wurde, gibt einen ausgezeichneten Anhaltspunkt für die Änderung der Bahnneigung, die zweifellos stattgefunden hat. Bei einer Neigung von 8° hätte der Beobachter das Meteor in diesem ersten Azimut überhaupt nicht sehen können. Bei 80 verhält es sich ähnlich. Er gibt die Bewegung in dem Teil, das er zufällig sehen konnte, als absteigend an. Auch das wäre nicht möglich gewesen. Damit läßt sich ähnlich wie bei 48 die Neigung abschätzen, die die Meteorbahn vor Erreichen des Punktes A haben mußte. Sie folgt auf rechnerischem Wege zu 17°.

Leuchtdauer und Geschwindigkeit.

Für die Zwecke der Bahnbestimmung fehlt nur noch die Leuchtdauer, deren Beurteilung eigentlich das schwierigste Problem bei allen derartigen Untersuchungen darstellt. Aus den Beobachtungen 13, 15, 17, 18, 31, 41, 48 und 67 folgt in überraschender Übereinstimmung der Wert 3½ Sekunden; es kommen nur Werte zwischen 3 und 4 Sekunden vor. Es fragt sich nur, auf welche Teile der Bahn diese Werte sich beziehen, da ja alle Beobachter notwendigerweise andere Bahnstücke sahen. Es läßt sich schwerlich abschätzen, wie weit das Meteor vom Beobachter entfernt war, als er die Aufhellung am Boden zuerst wahrnahm. Man könnte vermuten, daß dieser Zeitpunkt mit dem ersten Aufleuchten in der Atmosphäre identisch war. Die große Entfernung, die das Meteor am Anfang seiner Bahn von den oberösterreichischen Beobachtern hatte, schließt diese Annahme aus. Die Geschwindigkeit läßt sich nun in der Weise abschätzen, daß man die nahe beieinander-

liegenden Beobachter 13, 17 und 41 herausgreift, die eine Leuchtdauer von 3,7 Sekunden ergeben. Da das Meteor von hier noch weit über T hinaus, man kann annehmen bis B, sichtbar war, so ist zu vermuten, daß es sich zu Beginn der Aufhellung mindestens im gleichen Abstand vor diesen Beobachtern befunden hat; so erhält man den Wert 35 km/sec, den wir aber nur als unteren Grenzwert betrachten. Ein weiterer Unsicherheitskoeffizient tritt nämlich in der Verzögerung des Meteoriten durch den Luftwiderstand hinzu. Die Verzögerung ist bei hohen Geschwindigkeiten wahrscheinlich noch unwesentlich und setzt erst am Schluß der Bahn stärker ein. Dafür sprechen einige physikalische Überlegungen und vor allem die Tatsache, daß bisher nur in seltenen Fällen eine merkliche Verlangsamung des Fluges von Feuerkugeln und Meteoren beobachtet wurde. Wir glauben deshalb, daß der Wert der Geschwindigkeit, die der Meteorit beim Eindringen in die Atmosphäre hatte, nicht wesentlich über dem oben ermittelten liegt, und wählen für die kosmische Bahnbestimmung den Wert 45 km/sec. Es ist wie stets in diesen Fällen ein gewisser Spielraum nach o b e n vorhanden, aber es hat keinen Sinn, bei dem heutigen Stand der Theorie und bei der nun einmal vorliegenden und vorläufig durch nichts anderes zu ersetzenden Beobachtungsmethode über diesen Punkt weitere Spekulationen anzustellen. Es sei jedenfalls schon hier darauf hingewiesen, daß der Prambachkirchner Meteorit dem Sonnensystem nicht angehört haben kann; die kritische Geschwindigkeit, die die elliptischen Bahnen von den hyperbolischen trennt, beträgt in diesem Falle nur 16 km/sec; aus den Angaben über die Leuchtdauer geht aber zur Genüge hervor, daß die Strecke Salzkammergut—Linz nicht in sieben Sekunden, sondern höchstens in der Hälfte der Zeit durcheilt wurde. Es hat sich nun im Verlaufe der Untersuchungen gezeigt, daß eine Änderung der geozentrischen Geschwindigkeit die Gestalt der Hyperbelbahn und die Koordinaten des kosmischen Radianten, der ursprünglichen Bewegungsrichtung des Meteores, nur in mäßigen Grenzen beeinflußt; so wird sich trotz aller Schwierigkeiten, die dem Problem von Natur aus anhaften, ein recht befriedigendes Bild der kosmischen Bahn ergeben.

Die Ausgangsdaten für die Bahnbestimmung sind dann die folgenden: Koordinaten des scheinbaren Radianten: $a = 225^0$, $h = 17^0$; der Ort, für den diese Werte in äquatoriale Koordinaten umzuwandeln sind, liegt auf dem Schnittpunkt der geradlinig verlängerten Meteorbahn mit der Oberfläche der Erde; seine Koordinaten sind $\lambda = 14.0^0$, $\varphi = 48.2^0$. Mit der Sternzeit 0 h 52 m (entsprechend 21 h 57 m MEZ) folgen die äquatorialen Koordinaten des scheinbaren Radianten zu $\alpha_R = 328^0$ $\delta_R = -15^0$. Der Radiant liegt also im Sternbild des Wassermannes.

3. Die kosmische Bahn.

Bei der Annäherung an die Erde wird der Meteorstein beschleunigt und aus seiner Bahn abgelenkt. Der Radiant wird dadurch nur in seiner Höhe beeinflußt; diese Änderung heißt Zenitattraktion und beträgt in unserem Falle 1—2°. Mit dieser Korrektion erhält man den „ungestörten geozentrischen Radianten", der im ekliptikalen System die Koordinaten $l = 325^0$, $b = -2^0$ hat. Die geozentrische Geschwindigkeit, für die wir den Wert 45 km/sec. angenommen hatten, reduziert sich nach Berücksichtigung der Erdanziehung auf 44 km/sec, verändert sich in Anbetracht der Unsicherheit dieses Wertes praktisch nicht. Die Formeln der Himmelsmechanik ermöglichen dann die Berechnung der Bahnelemente der Meteorbahn, die in Tabelle 8 zusammengestellt sind und folgende Bedeutung haben: $|a|$ ist der absolute Wert der großen Halbachse der Hyperbel, e die numerische Exzentrizität, i die Bahnneigung gegen die Ekliptik, Ω die Länge des aufsteigenden Knotens, also in diesem Falle gleich der Länge der Erde, π die Länge des Perihels, q der Perihelabstand; ferner bedeutet n den Winkel zwischen der relativen Bewegung des Meteoriten und der Erdbewegung, s den Winkel zwischen der heliozentrischen Bewegung des Meteoriten und der Erdbewegung.

Wie zu Beginn dieses Abschnittes betont wurde, richtet sich das Interesse hauptsächlich auf die heliozentrische Geschwindigkeit v, die allein die Frage nach der solaren oder interstellaren Herkunft der Meteore zu entscheiden vermag. Die Gleichung für die Geschwindigkeit lautet:

$$v^2 = k^2 \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a}\right),$$

wo r den Radius Vektor (den Abstand von der Sonne), a die große Halbachse und k^2 die Gaußsche Konstante bezeichnet. Für die Erde kann wegen ihrer kleinen Exzentrizität $a = r$ gesetzt werden. Für eine solche Kreisbahn gilt dann

$$v_K^2 = k^2 \frac{1}{r}, \qquad (v_K = \text{Kreisgeschwindigkeit}).$$

Bei der Parabel ist $a = \infty$; ein Körper, der diesen Kegelschnitt beschreibt, kann dem Sonnensystem schon nicht mehr angehören. Im Abstande r von der Sonne gilt für ihn:

$$v_P^2 = k^2 \frac{2}{r}, \qquad (v_P = \text{parabolische Geschwindigkeit}).$$

Für das Verhältnis der beiden Werte v_P und v_K folgt also:

$$v_P : v_K = \sqrt{2}.$$

Da die Erde sich mit 30 km/sec auf ihrer Bahn bewegt, beträgt die parabolische Geschwindigkeit in ihrem Abstand von der Sonne

$30\sqrt{2}$ = 42 km/sec. Errechnet sich bei einem Meteoriten ein noch größerer Wert, so bewegt er sich in einer Hyperbel. Überholt ein Meteor die Erde von rückwärts, wie es bei dem Prambachkirchner Meteorstein annähernd der Fall war, so verrät schon eine 12 km/sec übersteigende atmosphärische Geschwindigkeit die hyperbolische Bewegung (Abb. 23).

Interessant ist, daß der Meteorit abgesehen von der Tatsache der hyperbolischen Bahn auch in anderer Hinsicht die Gesetzmäßigkeiten der großen Meteore teilt. Seine Bewegung war rechtläufig, wie die der Planeten, und die Neigung gegen die Ekliptik war auffallend gering (Abbildung 24).

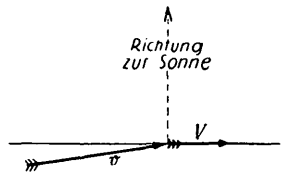


Abb. 23. Die Geschwindigkeiten von Erde (V) und Meteor (v) im Augenblick des Zusammenstoßes. Die Länge der Pfeile ist den Geschwindigkeiten proportional.

Tabelle 8.

Die Bahnelemente des Meteoriten.

Große Halbachse	$\|a\| = 0.248$
Exzentrizität	$e = 5.04$
Neigung	$i = 1^0$
Knotenlänge	$\Omega = 43^0$
Perihellänge	$\pi = 50^0$
Perihelabstand	$q = 1.00$

Geozentrische Geschwindigkeit $w = 45$ km/sec
Heliozentrische Geschwindigkeit $v = 73$ km/sec
Korrigierter scheinbarer Radiant: $l' = 325^0$, $b' = -2^0$
Wahrer heliozentrischer Radiant: $l = 319^0$, $b = -1^0$
Kosmischer Radiant: $L = 309^0$, $B = -1^0$
Ferner ist $n = 190^0$, $s = 186^0$.

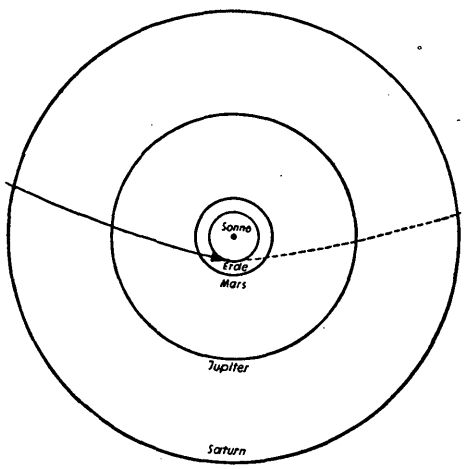


Abb. 24. Die Bahn des Prambachkirchner Meteorsteines im Sonnensystem. Auf der punktierten Linie hätte der Meteorit sich fortbewegt, wenn er nicht zufällig der Erde begegnet wäre.

4. Die physikalischen Begleiterscheinungen.

Die Originalberichte über den Prambachkirchner Meteorsteinfall lassen den nachhaltigen Eindruck erkennen, den das großartige Naturschauspiel mit seiner blendenden Lichtfülle, seinen Detonationen und Fallgeräuschen bei den Beobachtern hinterließ. Es ist erstaunlich, daß ein Meteorstein von 13 cm Durchmesser bei seinem Fluge durch die Atmosphäre eine derartige Wirkung hervorrufen konnte, und es drängt sich die Frage auf, welche physikalischen Vorgänge den Meteoritenfall begleiteten und Anlaß zu diesen Erscheinungen gaben. Es ist hier nicht der Ort, die Theorien über die Physik der Meteore eingehend zu besprechen; wir beschränken uns darauf, die Erklärungsversuche bei der Beschreibung der optischen, akustischen und dynamischen Begleiterscheinungen mit einigen Worten zu streifen.

Der Meteorit als Feuerkugel.

Es ist einigermaßen schwierig, aus den Beobachtungen eine Vorstellung über die Leuchtkraft, Farbe und Größe der Meteorerscheinung zu gewinnen. In der Nähe der Fallbahn war der Erdboden „taghell" erleuchtet, es heißt, man hätte „lesen und eine Nadel oder ein Geldstück auf dem Boden erkennen können" und es schien so, „als ob die Gegend von einem herannahenden Autoscheinwerfer beleuchtet würde". Vergleiche mit guter Straßenbeleuchtung oder dem Licht des Mondes fehlen nicht. Aus alledem ist nur zu ersehen, daß die Helligkeit eine ganz außergewöhnliche war; ein Vergleich mit einer irdischen Lichtquelle in physikalischen Einheiten oder eine Angabe nach Sterngrößen ist nicht möglich. Man muß sich mit der Feststellung begnügen, daß Oberösterreich, Salzburg, vermutlich auch Tirol sowie Teile von Süddeutschland und Südböhmen für einige Sekunden in blendendes Licht getaucht waren, — das bedeutet ein Gebiet von rund 50.000 Quadratkilometern — und daß eine Änderung der Helligkeit während des geradlinigen Fluges nicht mit Sicherheit beobachtet wurde. (Nur 61 sah das Meteor zu Beginn des Kurvenfluges einen Augenblick unsichtbar werden.)

Über das Aufleuchten in der Atmosphäre ist nichts bekannt; hingegen liegen einige Berichte über das Verlöschen vor (7, 8, 66). Es geschah nach 66 nicht, wie es sonst in solchen Fällen häufig beobachtet wird, plötzlich und unter lebhaftem Zersprühen; das Me-

teor soll vielmehr noch vor Erreichen des Waldhorizontes allmählich erloschen sein. Zweifellos ist die Beobachtung durch physiologische Einflüsse entstellt; der Beobachter hatte sogar nach dem Verlöschen den Eindruck, als ob die dunkle Kugel vor dem Wald schwebte. Die Nachwirkungen im Auge waren naturgemäß so stark, daß eine zeitliche Abschätzung des Erlöschens illusorisch sein würde.

Nicht minder eindrucksvoll gestaltete sich die Schweifbildung; zusammen mit dem „Kopf" wird die Erscheinung als kometenartig beschrieben oder mit einem spitzen Kegel, einer Rakete, einem länglichen, glühenden Schmiedeeisen verglichen. Der Schweif wird von 13 Beobachtern erwähnt; außerdem liegen 9 Skizzen vor, die alle dasselbe Bild einer schmalen, nach hinten spitz verlaufenden Leuchtwolke geben, die bis zum Verlöschen dem Meteor folgte. Größenangaben fehlen fast völlig; nur 7, der das Meteor kurz vor dem Hemmungspunkt erblickte, gibt als Länge den zwanzigfachen Durchmesser der Leuchtkugel an. Die Helligkeit des Schweifes muß ebenfalls beträchtlich gewesen sein, so daß die ganze Erscheinung von einigen Beobachtern als ein einziger „Leuchtstreifen" aufgefaßt wurde. Ein Nachleuchten hat sehr wahrscheinlich nicht stattgefunden, da nur 18 eine diesbezügliche Bemerkung macht. Der Kopf selbst erschien als Halbkugel, Biskuit oder Birne, oder war an der Stirnseite kreisförmig scharf begrenzt. Bezüglich der Größe wurde er meistens mit dem Vollmonde verglichen und war je nach Auffassung und Entfernung vom Beobachter etwas größer oder kleiner; nur 66 gibt doppelte Mondgröße an. Wird mit diesen rohen Schätzungen der Durchmesser der Leuchtkugel berechnet, so erhält man einen Mittelwert von rund 200 Metern; der Schweif hatte demgemäß eine Länge von mehreren Kilometern. Eine Erklärung dieser Größen folgt später.

Aus den Berichten scheint hervorzugehen, daß die Farbe sich während des Fluges verändert hat. Man darf bei der Beurteilung der Beobachtungen nicht übersehen, daß eine Lichtquelle desto weißer erscheint, je intensiver sie leuchtet. In der Nähe der Fallbahn waren die Beobachter so geblendet, daß das Auge eine Farbtönung gar nicht unterscheiden konnte. Umso wertvoller sind die Wahrnehmungen aus größerer Entfernung, aus denen hervorgeht, daß die Farbe sich von einem grellen, grünlich-bläulichen Weiß in ein helles Rot verwandelt hat. Natürlich kommen, wie bei jeder Meteorerscheinung, einige sich widersprechende Meldungen vor. Aber aus den Fernbeobachtungen 45, 48, 76 und auch aus 6, 14, 17, 47, 64 und 96 folgt, daß das Meteor auf der geradlinigen Flugbahn, also noch in Höhen von 30 bis herab zu etwa 12 km in weißlichem Lichte leuchtete. Bei 6 und 14 dürfte die Farbe allerdings durch

Kontrasterscheinungen gegen die Zimmerbeleuchtung hervorgerufen worden sein. Schließlich geben auch 13 und 15 übereinstimmend an, daß bei der Teilung das vordere, größere Stück weiß erschien, im Gegensatz zum nachfolgenden rötlichen. Während des Kurvenfluges von B bis H scheint die Farbe sich allmählich verändert zu haben; aus den Beobachtungen 7, 8, 66, die der Meteorbahn ziemlich nahe lagen, geht dies allerdings nicht hervor. Aber 4, 18 und 61, die die Flugstrecke B—H aus größerer Entfernung sahen, betonen alle die rötliche Färbung.

Erklärung der optischen Erscheinungen.

Allgemein gesprochen ist das Leuchten der Meteore eine Folge des Satzes von der Erhaltung der Energie. Die gewaltige lebendige Kraft, mit der die Körper in die Atmosphäre eindringen, wird durch den Widerstand der Lufthülle aufgezehrt und in andere Energiearten, vor allem in Strahlung und Wärme verwandelt.

Dieser physikalische Prozeß wird am besten verständlich sein, wenn man den Meteoriten als ruhend betrachtet; dann ist er einem „Gebläse" von Luftmolekülen ausgesetzt, die mit kosmischer Geschwindigkeit auf seine Frontseite aufprallen und infolgedessen mit zerstörender Gewalt in die Kristalle der Oberflächenschicht eindringen und die Moleküle des Steines aus ihren Verbänden herausschleudern. So entsteht im Raume um den Meteoriten ein „Meteorgas", welches durch weitere Zusammenstöße mit den Molekülen der Luft zu intensivem Leuchten angeregt wird; es kann wegen der geringen Dichte in den höheren Schichten der Atmosphäre sehr schnell diffundieren und nimmt als „Leuchtkugel" oft gewaltige Dimensionen ein. Diese Ausdehnung wird auch, von den hohen Diffusionsgeschwindigkeiten einmal abgesehen, durch eine Betrachtung über das Volumen verständlich, das ein Meteorit in gasförmigem Zustande einnehmen würde. Da z. B. Eisen bei 2700° abs. und bei einem Drucke von einem Millimeter sich gegenüber dem festen Zustande gemäß der Avogadro'schen Regel um das 24millionenfache ausdehnen würde, so berechnet sich das Volumen des Prambachkirchner Steines unter denselben Bedingungen zu rund 11.000 Kubikmetern. Wieviel Masse durch die „Gebläsewirkung" der Moleküle verflüchtigt wurde, entzieht sich unserer Beurteilung; nimmt man aber an, daß sie ungefähr der Masse des Restkörpers entspricht, so geben diese Zahlen einen Anhaltspunkt für die räumliche Größe der ganzen Meteorerscheinung, die natürlich durch die Vermischung mit der Luft noch gewaltig gesteigert wird.

Die Wärmeleitung spielt bei diesem Prozeß keine Rolle. Nur eine äußerst dünne Schicht der Oberfläche befindet sich in glühendem Zustande, da die erhitzte Materie sofort nach allen Seiten abgetriftet und fortgerissen wird. Das Innere behält die Temperatur bei, die es beim Eindringen in die Atmosphäre hatte und die wegen der Sonnenstrahlung etwa bei 0° C liegt.

Die häufig beobachtete Änderung der Farbe, die von einem strahlenden Grün oder Blau nach Rot umzuschlagen pflegt, versuchte A. Wegener durch die Annahme zu erklären, daß nicht die meteorische Materie, sondern die atmosphärischen Gase das Leuchten hervorbringen; der Farbwechsel sollte danach nur den Übergang von der Wasserstoff- zur Stickstoffsphäre in etwa 70 km Höhe anzeigen. Diese Theorie ist nicht mehr haltbar; ihr widersprechen die Beobachtungstatsachen, abgesehen davon, daß die Zusammensetzung der Atmosphäre in der erwähnten Art heute sehr fraglich geworden ist. Spektralaufnahmen von Meteoren zeigen nämlich nicht die empfindliche Balmerserie des Wasserstoffs, sondern die Metallinien der verdampften Materie des Meteors. Es ist gerade in diesem Zusammenhang wichtig zu bemerken, daß die Untersuchung des vorliegenden Meteoritenfalles ergibt, daß der Farbwechsel auch erst in Höhen von 10 bis 15 km auftreten kann; er ist darauf zurückzuführen, daß die Heftigkeit der Energieumwandlung sich mit abnehmender Geschwindigkeit verringert, wodurch das Intensitätsmaximum der Strahlung eine Verschiebung von Blau nach Rot erfährt.

Der Hemmungspunkt.

Vor der Besprechung der Schallphänomene möge hier eine Bemerkung über die Natur des Hemmungspunktes Platz finden.

Gewöhnlich wird jeder Endpunkt einer Meteorbahn kurz als Hemmungspunkt bezeichnet. Das ist sicher nicht richtig, da man im wesentlichen zwei Fälle zu unterscheiden hat. Zunächst möge ein kleineres Meteor betrachtet werden, das zwar als „Feuerkugel" eine gewaltige Lichtwirkung hervorrufen kann, aber als Masse doch so klein ist, daß es noch in den höheren Schichten der Atmosphäre und bei großen Geschwindigkeiten verdampft. Dann liegt die folgende Annahme über diesen Vorgang nahe: Hatte das Meteor eine stabile Lage im Fluge inne, wie es ja häufig bei Meteorsteinen beobachtet wird, so wird es wie diese notwendig zu einer Scheibe geformt, hinter der auf kurze Strecke ein absolutes Vakuum herrscht. Ist dann die Vergasung der Frontseite so weit fortgeschritten, daß die Schmelzzone bis zur Rückseite durchgedrungen ist, so wird ein

explosionsartiges Verdampfen des Restkörpers in das Vakuum hinein erfolgen, das als Zersprühen beobachtet wird und den auffälligen Endpunkt einer Meteorbahn bildet.

Bevor wir den anderen Fall betrachten, möge mit Hilfe von Abb. 25 das Entstehen der sogenannten Kopfwellen bei Geschwindigkeiten, die größer als die Schallgeschwindigkeit sind, erläutert werden. Während sich der Meteorit in einem bestimmten Zeit-

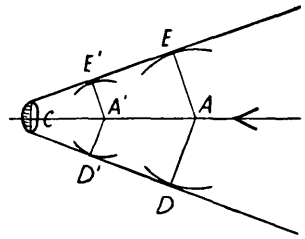


Abb. 25. Zur Entstehung der Kopfwelle.

intervall von A nach C bewegt, kann die von A ausgehende Erregung der Luft sich nur mit Schallgeschwindigkeit kugelförmig bis D oder E ausbreiten. Dasselbe gilt für jeden anderen Punkt A' der Bahn, so daß die gemeinsame Wellenfläche aller Einzelerregungen den Meteoriten als kegelförmige Umhüllung begleitet, die als besonders heftige Schallwelle, als sogenannter Geschoßknall wahrgenommen wird.

Ist das Meteor groß genug, um als fester Körper bis zum Erdboden durchzudringen, so wird seine Geschwindigkeit schließlich bis zu jenem kritischen Wert verzögert, der der Schallgeschwindigkeit bei etwa 2500° entspricht. Dann löst sich die erste Kopfwelle ab, was bei einer Geschwindigkeit von etwa 800 bis 1000 m/sec geschieht. Hierdurch ist der Hemmungspunkt definiert. Diese „Explosionswelle", so genannt, weil auch bei großen Explosionen derartige Anfangsgeschwindigkeiten der atmosphärischen Druckfortpflanzung beobachtet werden, nimmt alsbald gewöhnliche Schallgeschwindigkeit an. Es ist zu vermuten, daß in dem Augenblick, in dem das Meteor den Hemmungspunkt erreicht, das Verlöschen erfolgt. Die Lage des Hemmungspunktes müßte sich demnach aus mehreren Sichtbeobachtungen des letzten Bahnteiles ergeben; es wird aber verständlich sein, daß bei dem Prambachkirchner Meteoritenfall die Fernbeobachtungen nur die Höhe liefern können und daß die geographischen Koordinaten der Projektion des Hemmungspunktes sich bei weitem sicherer aus den Richtungsbeobachtungen des Doppelknalles, aus den nachgemessenen Zeitintervallen: Ende des Lichtscheines — Doppelknall, und aus dem Neigungswinkel des Einschußkanales ermitteln lassen. Mit diesen Argumenten konnte die Lage des Hemmungspunktes recht sicher

bestimmt werden. Es ergab sich: Höhe = 6 km, $\lambda = 13^0\ 55'.3$, $\varphi = +48^0\ 20'.3$. Das entspricht einem Punkte etwa 5 km nordnordwestlich vom Fundort, dessen nähere Umgebung mit den Schallbeobachtungen und der Bahn des Meteoriten in der letzten Flugphase in Abb. 26 wiedergegeben ist.

Die Schallphänomene.

Eine ausführliche Beschreibung der akustischen Beobachtungen ist an anderem Orte (S. 102 u. 133) gegeben. Die zeitliche Aufeinanderfolge war also, vom Ende der Lichterscheinung aus gerechnet, für den Beobachter 1: Detonationen nach 26, bzw. 27—28 Sekunden; Beginn der Fallgeräusche nach 34, Ende nach 38 Sekunden (Aufschlag). Aus diesen Wahrnehmungen ergibt sich folgendes Bild: Nach der Ablösung der Explosionswelle am Hemmungspunkt und nach erfolgter Abkühlung des Meteoriten entsteht sogleich eine neue Kopfwelle. Inzwischen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Explosionswelle auf Schallgeschwindigkeit herabgegangen; sie wird nun vom Meteor überholt. Ist auch der Meteorstein so weit verzögert, daß sich die neue Kopfwelle oder „Geschoßwelle" bei Schallgeschwindigkeit ablösen kann, so folgen im letzten Abschnitt Geschoßwelle, Explosionswelle und die im Fluge dauernd erzeugten Fallgeräusche aufeinander. Aus der Tatsache, daß die beiden Detonationswellen nur etwa 1½ Sekunden aufeinander folgten, d. h. also in einem räumlichen Abstand von etwa 500 m, ist zu schließen, daß die Geschwindigkeit des Steines nach dem Hemmungspunkt sehr schnell bis zu einem Wert vermindert wurde, der bis zum Schluß wegen des dauernd einwirkenden Luftwiderstandes sich ziemlich gleich blieb, worüber später noch eine Bemerkung folgen wird. Der direkte Abstand des Hemmungspunktes vom Beobachter 1 folgt mit dem Intervall: Ende der Lichterscheinung — zweiter Knall zu etwa 9 km, während er sich aus der nach mehreren anderen Kriterien abgeleiteten Lage des Hemmungspunktes zu etwa 8 km ergibt. Es ist zu beachten, daß die Intervalle zwischen den einzelnen Schallerscheinungen recht zuverlässig sind; nur der erste Wert, die seit dem Verlöschen des Lichtscheines verflossene Zeit, mag etwas ungenau sein.

Von einigen Beobachtern wurde nur eine einfache Detonation gehört. Auch sie wurden mit in die Abb. 26 über die Schallbeobachtungen in der Nähe des Fundortes des Meteoriten aufgenommen.

Interessant ist die Feststellung, daß die Fallgeräusche erst ganz am Schluß, vermutlich erst während der letzten 5 oder 6 km der Fallbahn jedenfalls hinter dem Hemmungspunkt entstanden sind. Dafür sprechen nämlich folgende drei Beobachtungen; zwischen

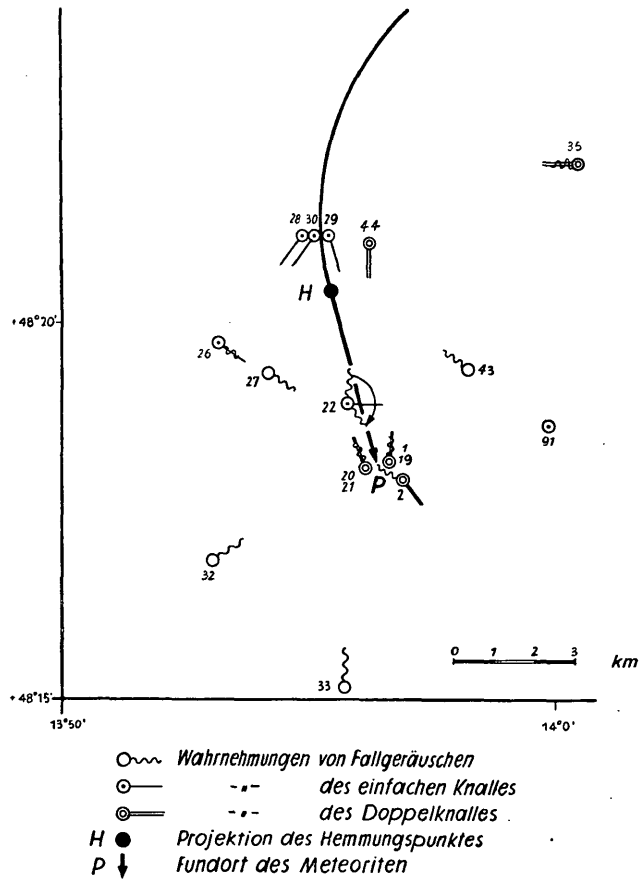


Abb. 26. Das engere Fallgebiet mit den Schallwahrnehmungen.

den Detonationen und den Fallgeräuschen lag eine Pause von 6—8 Sekunden, ferner schloß sich der Aufschlag unmittelbar an die letzteren an, und schließlich lassen die Richtungen, aus denen sie gehört wurden, nichts an Deutlichkeit zu wünschen übrig. *22* hatte sogar den Eindruck, daß das „Rollen" über ihn hinwegginge.

Tabelle 9 enthält alles Wesentliche über die Schallwahrnehmungen und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die Rückfragen sind noch einmal wiedergegeben, um einen gewissen Eindruck der Vertrauenswürdigkeit zu vermitteln. Die Tabellen 10 und 11 sind Auszüge aus der ersten. Sie sind nach dem direkten Abstand D des Beobachters vom Hemmungspunkt bzw. nach seiner Entfernung d von der Projektion des Hemmungspunktes geordnet. Die Zeitspanne t_1 zwischen der Lichtwahrnehmung und der Detonation zeigt die zu erwartende Abhängigkeit von D. Auffallend ist nur, daß die durch den Quotienten D/t ausgedrückte „Schallgeschwindigkeit" bei allen nach den Angaben der Beobachter nachgemessenen Werten zu klein ausfällt. Die Abweichungen bei 1 und *2* sind ohne

weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß das Intervall t_1 nicht auf die Sekunde genau festgestellt werden kann. Bei 3 und 8 lassen sie sich dadurch erklären, daß die Schallstrahlen nicht geradlinig verliefen, was zum Teil durch die Temperaturverhältnisse dieses Tages hervorgerufen worden sein mag. Es herrschte ruhiges Hochdruckwetter, welches um diese Jahreszeit das Auftreten von Inversionen zu begünstigen pflegt. Tatsächlich war es in 1500—2000 m Seehöhe fast eben so warm wie in der Niederung, entgegen dem normalem Temperaturverlauf mit der Höhe.

Bezüglich Tabelle 11, die deutlich die Zunahme von T mit der Entfernung zeigt, ist zu bemerken, daß eine ähnliche Erscheinung bei jedem Gewitter auftritt.

Eine äußere Hörbarkeitszone, wie sie bei großen Explosionen und auch gelegentlich bei detonierenden Meteoren beobachtet wird, ließ sich nicht nachweisen, da die größte Entfernung, auf die noch Geräusche wahrgenommen werden, nur etwa 35 km beträgt.

Tabelle 9.

Akustische Beobachtungen.

Nr.	Ort	d	Detonationen			Fallgeräusche				Rf
			t_1	Art	a	t_2	Art	T	a	
1	Obergallsbach	5	25—30 s	Dk	N	35—40 s	S, A	4—5 s	N	S
2	Obergallsbach	5	25—30 s	Dk	SO	40—45 s	S, A	—	NW	S
3	Linz	25	1—1½m	Dk	W	anschl.	R	5—8 s	—	S
7	Marsbach	16	—	—	—	15—20 s	R	30—40 s	—	S
8	Spielleiten	20	90—100 s	K.	SO	90—100 s	R	60—70 s	SO	S
9	Obernberg	25	—	Dk	—	90*) s	R	2m	—	S
19	Obergallsbach	5	—	Dk	—	35—40 s	S, A	4—5 s	—	S
20	Obergallsbach	5	—	Dk	NNW	anschl.	R, A	10 s	—	Gd
21	Obergallsbach	5	—	Dk	NNW	anschl.	R, A	10 s	—	Gd
22	Prambachkirchen	3	—	K	O	—	R	—	N—SO	Gd
26	Weinzierlbruck	3	7 s	K	SO	—	R	3 s	SO	Gd
27	Weinzierlbruck	3	—	—	—	10—12 s	R	1m	SO	Gd
28	Gmeinholz	1	—	K	SW	—	R	—	—	Gd
29	Gmeinholz	1	—	K	SSO	—	R	—	—	Gd
30	Gmeinholz	1	—	K	SW	—	R	—	—	Gd
32	Groß-Gerstdoppel	8	—	—	—	—	S	—	NO	Gd
33	Holzwiesen	10	—	—	—	—	S	—	N	—
35	Aschach a. d. D.	7	30—35 s	3K	W:	—	S	20 s	W:	—
43	Mitterstroheim	4	—	—	—	—	S	2m	NW	F
44	Schnellersdorf	1	—	Dk	S	—	—	—	—	F
66	St. Johann a. W.	25	—	K	—	30—40 s	R	1m	—	S
67	Ried i. Traunkr.	35	—	—	—	—	R	—	N	—
84	Wallern	13	—	K	N	—	S	—	—	—
85	Partenstein a. d. M.	10	35—40 s	Dk	SW	—	—	—	—	—
91	Hinzenbach	6	2m	K	—	—	—	—	—	—

*) Nach erster brieflicher Mitteilung 137 Sekunden.

Tabelle 10.

Wahrnehmungen des Doppelknalles.

Nr.	D	t_1	D/t_1	Rf
26	$6^1/_2$	7 s	— m/sec	Gd
1	8	25—30 s	290 „	S
2	8	25—30 s	290 „	S
35	9	30—35 s	330 „	—
85	17	35—40*) s	450 „	—
8	22	90—100 s	230 „	S
3	26	90 s	290 „	S

*) 60—80 schnelle Schritte.

Tabelle 11.

Dauer der Fallgeräusche.

Nr.	d	T	Rf
1	5	4—5 s	S
2	5	4—5 s	S
19	5	4—5 s	S
20	5	10 s	Gd
21	5	10 s	Gd
7	16	30—40 s	S
8	20	60—70 s	S
3	25	5—8 s	S
9	25	120 s	S
66	25	60 s	S

Legende:

D Entf. d. Beob. vom Hemmungspunkt
d Entf. d. Beob. von der Proj. d. Hemmungsp.
T Dauer der Fallgeräusche
t_1 Zeitintervall Lichtersch. bis Detonation
t_2 Zeitintervall Lichtersch. bis Fallgeräusch
s Sekunden
m Minuten
a Himmelsrichtung (Azimut)
Rf Rückfrage; (Abkürzungen unter Rf. siehe Legende zu Tabelle 7).

Dk Doppelknall
K einfache Detonation
3K dreifache Detonation
K mehrere knallartige Geräusche
A Aufschlag
R Rollen und Donnern
S Sausen

Die Bahnkrümmung und der Luftwiderstand.

Über die Ursache der gekrümmten Meteorbahnen schreibt der Astronom Olbers schon im Jahre 1837: „Gewiß kann der Widerstand der verdichteten Luft, besonders wenn die Feuerkugeln keine regelmäßige Kugeln sind, sondern mehr eine abgeplattete, unregelmäßige Gestalt haben, wohl eine wellenförmige, schlängelnde, auf und ab und auch seitwärts gekrümmte Bahn bewirken. . .“ Schiaparelli bemerkt hierzu in seinem Buch über die Theorie der Sternschnuppen: „Zuweilen kommt es vor, daß die Bahnlinie sich derartig krümmt, daß ihre scheinbare Richtung sich um einen sehr beträchtlichen Winkel ändert, welcher sogar 180° erreichen kann.“

Keine der bisher beobachteten Bahnanomalien reicht an die des Prambachkirchner Meteoritenfalles heran, bei dem die Drehung der Flugrichtung fast 240° beträgt. Während die von den beiden Verfassern erwähnten Krümmungen die Bahnen von Sternschnuppen und Feuerkugeln in großen Höhen betreffen, wie sie von einem einzelnen Beobachter am Himmel festgestellt werden konnten, handelt

es sich in unserem Falle um ein Ereignis, das sich bis in die Troposphäre hinein fortsetzte. Wie auf den Seiten 147 u. 148 ausgeführt wurde, wurde die ungewöhnliche Bahnform von sechs unabhängigen Zeugen beobachtet und konnte aus ihren Angaben widerspruchsfrei rekonstruiert werden.

Die vom Meteorstein beschriebene Raumkurve verlief folgendermaßen: Die ursprüngliche Form bewirkte eine der Schwere entgegengesetzte Ablenkung der Bahn, wobei die Neigung sich von 17° auf 8° verringerte. In einer Höhe von etwa 14 km löste sich im weiteren Verlauf des Fluges ein kleines Stück ab; dieser Vorgang erfolgte nicht, wie es sonst häufig beobachtet wird, explosionsartig, sondern geschah allmählich, denn keiner der drei Beobachter bemerkte eine plötzliche Ablenkung der beiden Teile von der Bewegungsrichtung; nach 14 erschien das Meteor zunächst biskuitförmig, also schon in einer zweiteiligen Form, aus der sich dann das zweite, wesentlich kleinere Teilchen bildete; die kleinere Masse erlitt größere Verzögerung, so blieb das abgelöste Teilchen zurück. Aus den Beobachtungen ist also zu schließen, daß auf den Hauptkörper kein heftiger Rückstoß und keine Rotation ausgeübt wurde, dann hätte man das kleinere Stück nach irgendeiner Richtung senkrecht zur Bahn davonfliegen sehen müssen. Der Meteorit stellte sich nur durch die veränderten Strömungs- und Widerstandsverhältnisse anders gegen die Flugnormalebene ein, wodurch, wie schon wiederholt erwähnt wurde, eine „Segelwirkung" und damit die Bahnkrümmung entstand. Als Beweis für die Ursache dieser Erscheinung kann auch die Lage des Steines im Einschußkanal gelten, die wegen der Verletzung durch einen Spatenstich eindeutig bestimmt werden konnte. Hält man den Stein so, daß die verletzte Stelle nach oben weist, so folgt neben der Bestätigung, daß die Brustseite in Übereinstimmung mit der Aussage der Finder auch zum Schluß „Frontseite" war, die interessante Feststellung, daß der Stein während des Kurvenfluges diejenige Lage innehatte, die zur Erzeugung der Segelwirkung notwendig war (vgl. Abb. 13).

Die Kraft, die den Meteorstein aus seiner Bahn ablenkte, läßt sich aus seinem Gewicht M, dem Krümmungsradius der Bahn R und seiner Geschwindigkeit V abschätzen, wenn man berücksichtigt, daß die ablenkende Komponente wegen der Neigung der Vorderseite um 10° bis 12° etwa einem Fünftel des frontalen Widerstandes W entspricht. Dann gilt die Beziehung:

$$\frac{1}{5} W = MV^2/R.$$

Um den Widerstand W' pro Quadratzentimeter zu erhalten, hat man durch den Hauptquerschnitt des Steines, der 125 cm² beträgt,

zu dividieren; dieser Wert möge außer für den Hemmungspunkt (R = 5 km) noch für einen anderen Bahnpunkt berechnet werden, für den V = 10 km/sec und R = 10 km ist. Er wird nicht weit hinter dem Bezugspunkt B liegen und sei hier mit C bezeichnet. Man erhält mit dem abgerundeten Wert für das Gewicht M = 2000 g die folgenden Werte:

Bahnpunkt C : $W' = 100\ kg/cm^2$ (V = 10 km/sec);
Hemmungspunkt: $W' = 2\ kg/cm^2$ (V = 1 km/sec).

Ein Vergleich dieser Werte mit einer empirischen Formel hat natürlich nur für den Bereich der ballistischen Geschwindigkeiten einen Sinn; dennoch wird es sich zeigen, daß auch bei Extrapolation auf 10 km/sec eine der Größenordnung nach bemerkenswerte Übereinstimmung mit den oben abgeleiteten Zahlen besteht. Die Widerstandsformel für Geschosse lautet allgemein bei isothermen Verhältnissen:

$$W' = i\frac{p}{760} V^2 K(V).$$

i ist der sogenannte Formkoeffizient, der meistens gleich 1 gesetzt wird; p ist der Luftdruck in mm in der Schicht, in der das Geschoß sich bewegt, wobei der Einfluß von Temperaturdifferenzen vernachlässigt wurde und K (V) eine empirisch zu bestimmende Funktion der Geschwindigkeit. Nach neueren Versuchen von Crantz und v. Eberhard[14]) nähert sich K (V) bei zunehmender Geschwindigkeit asymptotisch einem Grenzwert, der für Zylindergeschosse gleich $10{,}3 \cdot 10^6$ ist und nur für Geschwindigkeiten bis zu 1300 m/sec nachgeprüft werden konnte. Mit diesem Wert sollen die ballistischen Widerstände für die beiden Bahnpunkte C und H berechnet werden. Die Höhe von C ist etwa 12 km, der Luftdruck dementsprechend 100 mm; für den Hemmungspunkt ist p = 350 mm. Es folgt dann:

Bahnpunkt C : $W' = 130\ kg/cm^2$ (V = 10 km/sec);
Hemmungspunkt: $W' = 5\ kg/cm^2$ (V = 1 km/sec).

Nach Erreichen des Hemmungspunktes fiel der Meteorstein in einer gewöhnlichen Geschoßbahn herab und drang unter einem Winkel von 60° 30—35 cm in zähen Lehmboden ein. Die am Schluß wahrscheinlich konstante Fallgeschwindigkeit blieb weit unter 330 m/sec, nach den akustischen Beobachtungen zu urteilen, und lag vermutlich zwischen 200 und 250 m/sec, da auch Geschosse ziemlich unabhängig von Anfangsgeschwindigkeit, Kaliber und Abschußwinkel mit dieser Geschwindigkeit am Ziel auftreffen. Um auf empirischem Wege einen Anhaltspunkt für die Endgeschwindigkeit zu

[14]) Handbuch der Experimentalphysik Band IV, 3, S. 528.

erlangen, wurden auf demselben Boden, auf dem der Meteorit niedergegangen war, Rammversuche unternommen. Es zeigte sich, daß eine Energie von 680 mkg genügte, um den Einschußkanal nach Profil und Tiefe nachzubilden. Damit folgt die Endgeschwindigkeit zu 84 m/sec, ein Wert, der zweifellos zu niedrig ist, da sonst das Zeitintervall zwischen dem Ende der Lichterscheinung und dem Aufschlag unmöglich 38 Sekunden hätte betragen können. Das Mißlingen dieses Experimentes ist dadurch zu erklären, daß der Widerstand des Bodens sich in unberechenbarer Weise mit der Aufprallgeschwindigkeit ändert, eine Erscheinung, die auch der Ballistik wohlbekannt ist.

Der Prambachkirchner Meteorsteinfall war von mannigfachen physikalischen Erscheinungen begleitet, die sich in optischer und akustischer Hinsicht kaum von denen anderer größerer Meteorfälle unterscheiden. Ungewöhnlich ist aber die geringe Höhe des Hemmungspunktes, die sonst nur ganz selten erreicht wird und auf den flachen Neigungswinkel der Bahn zurückzuführen sein wird. Aus der Statistik der Meteore folgt nämlich, daß der Hemmungspunkt umso niedriger liegt, je kleiner der Winkel ist, unter dem sie in die Atmosphäre eindringen. Eine Sonderstellung nimmt dieser Meteorit jedenfalls bezüglich seiner atmosphärischen Bahn ein, da bisher eine derartige Form noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen wurde.

Zusammenfassung.

Als kosmisches Gestein bietet der Meteorstein von Prambachkirchen wenig neue Tatsachen. Er ist ein Hypersthen-Olivin-Chondrit vom Typus Baroti und gehört daher der am häufigsten vorkommenden Gruppe der Steinmeteorite an. Auch die kosmische Bahn, welche, scheinbar aus dem Sternbild des Wassermanns kommend, hyperbolisch und fast in der Ebene der Ekliptik verläuft, bietet wenig Auffallendes. Der Stein hat die Erde von rückwärts überholt. Die meisten Großmeteore zeigen ähnliche astronomische Verhältnisse. Die hyperbolische Bahn weist auf Herkunft aus dem interstellaren Raum hin. Die atmosphärische Bahn konnte dank den Mitteilungen zahlreicher Beobachter weitgehend aufgeklärt werden. Es gelang erstmalig, eine starke spiralige Krümmung einer Meteorbahn nachzuweisen. Der Stein trat etwa über dem westlichen Oberitalien in die Gashülle der Erde ein; überflog die Hohen Tauern in etwa 50 km Höhe und überquerte unter Verringerung der Bahnneigung von 17° auf 8° das mittlere Oberösterreich. Südlich von Wels trennte sich in etwa 14 km Höhe ein

Stück ab (Teilungspunkt). Die Flugrichtung erfuhr eine Ablenkung um 240°. Der Hemmungspunkt lag in nur 6 km Höhe.

Dieser interessante Flugverlauf konnte mit den Formänderungen des Steines in gute Übereinstimmung gebracht werden. In den ersten Flugphasen bis zum Teilungspunkt wurde die scheibenförmige Grundgestalt geformt. Die Teilung bewirkte ein Kippen des Steines und eine Störung im Druck- und Strömungszustand des innersten Teiles der Kopfwelle. Diese Ereignisse haben sich im Oberflächenrelief (Rillenüberschneidung) abgeprägt. Als Gesamtsubstanzverlust auf dem Luftweg wird eine Menge von etwa 1 g je Flugkilometer und je Quadratzentimeter des Hauptquerschnitts wahrscheinlich gemacht.