

~~Marburg~~, Beschreibung und
vorläufige physikalische Untersuchung
des Meteoriten von Treysa

von

Franz Richarz.

Mit einer Karte, drei Tafeln und einer Textfigur.

Anhang zu »Das detonierende Meteor vom 3. April 1916,
3¹/₂ Uhr nachmittags, in Kurhessen, von Alfred Wegener«.

Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der
gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.
Vierzehnter Band. Zweites Heft.

Marburg a. L.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung (G. Braun)

1918

Schriften

der

Gesellschaft zur Beförderung

der

gesamten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Band 14
Zweites Heft

Marburg a. L.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung (G. Braun)

1918

Auffindung, Beschreibung und vorläufige physikalische Untersuchung des Meteoriten von Treysa

von

Franz Richarz.

Mit einer Karte, drei Tafeln und einer Textfigur.

Anhang zu »Das detonierende Meteor vom 3. April 1916,
3½ Uhr nachmittags, in Kurhessen, von Alfred Wegener«.

Schriften der Gesellschaft zur Beförderung der
gesamten Naturwissenschaften zu Marburg.
Vierzehnter Band. Zweites Heft.

Marburg a. L.

N. G. Elwert'sche Verlagsbuchhandlung (G. Braun)

1918

Inhaltsübersicht.

	Seite
Auffindung des Meteoriten	91
Karte	95
Erklärung der geringen Abweichung der Fundstelle von A. Wegeners	
Berechnung	97
Absplitterung von Teilen des Meteoriten	100
Beschreibung des Meteoriten	102
Aufnahme der Nordseite (Besprechung Seite 103)	
„ „ Südwestseite (Besprechung Seite 103)	
„ „ Unter- und Ostseite (Besprechung Seite 104)	
Anscheinend oktaedrischer Umriß der Südostseite	105
Bestimmung der mittleren Dichtigkeit	107
Vorläufige Untersuchung des Magnetismus	110

Herr Alfred Wegener hat in seiner Schrift die Beobachtungen über die Licht- und Schallerscheinungen des Meteors vom 3. April 1916 zusammengestellt, erörtert und seine Bahn sowie den Fallort berechnet. Das zu Beginn des Jahres 1917 eingelieferte Manuskript ist unverändert zum Abdruck gekommen, damit erkennbar ist, wie weit die Auffindung des Meteoriten in zwischen Wegeners Schlußfolgerungen bestätigt hat.

Auf Grund seiner Berechnungen, insbesondere der von ihm auf Seite 65 seiner Schrift wiedergegebenen Schlußfolgerungen erließ unsere Gesellschaft im Januar 1917 die folgende Bekanntmachung, die auch deswegen im Wortlaut mitgeteilt werden soll, weil sie durch die ausgesetzte Belohnung den Charakter einer öffentlichen Urkunde besitzt:

Nachforschung nach dem Meteorstein.

Am 3. April 1916, nachmittags 3½ Uhr, ist in hiesiger Gegend unter donnerartigem Getöse ein Meteorstein herabgefallen. Die durch Herrn Professor Wegener vom Physikalischen Institut der Universität Marburg angestellten Erhebungen haben ergeben, daß der Fall wahrscheinlich in der Gegend von Linsingen, Leimsfeld, Rörshain und Michelsberg im Kreis Ziegenhain stattfand. Da bei der Ernte im Herbst auf den Feldern nichts gefunden wurde, ist es sehr wahrscheinlich, daß der Meteorstein in den zwischen den genannten Orten gelegenen Forst Frielendorf gefallen ist. Alle Förster und Waldarbeiter werden darauf hingewiesen, daß für seine Auffindung eine namhafte Belohnung von der Gesellschaft zur Beförderung der Naturwissenschaften ausgesetzt ist, bis zu 300 M. bei Ablieferung des ganzen Steines.

Aus früheren Meteorsteinfällen können folgende für die Auffindung wichtigen Erfahrungssätze abgeleitet werden:

1. Ein Meteorstein ist etwa doppelt so schwer wie ein gleich großer Feldstein.
2. Der Stein wird etwa $\frac{3}{4}$ bis 1 m Durchmesser haben.
3. Zu achten ist auf beschädigte Bäume; der Meteorstein hatte beim Einschlag etwa die Geschwindigkeit eines Artilleriegeschosses.
4. Der Stein ist wahrscheinlich etwa 1 m tief in die Erde eingedrungen, sodaß nur ein Loch von entsprechendem Durchmesser zu sehen sein wird, in dessen Boden der Stein liegt.

Im Falle der Auffindung wird gebeten, nachzumessen, wie tief der Stein unter der Erde liegt, und darauf zu achten, welche Seite nach oben weist. Die naturforschende Gesellschaft zu Marburg ist durch Postkarte an das Physikalische Institut zu benachrichtigen, damit sie einen Sachverständigen schicken kann, um den Fallort zu besichtigen und ein Protokoll aufzunehmen.

Marburg, im Januar 1917.

Der Vorsitzende der naturforschenden Gesellschaft und Direktor
des Physikalischen Instituts der Universität Marburg.

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *F. Richarz*.

Zur allgemeinen Orientierung sei auf die Karten S. 4 und S. 16 von Wegeners Schrift hingewiesen.

Bereits vor Erlaß unserer Bekanntmachung hatten einigemal Landbewohner geglaubt, den Meteoriten gefunden zu haben. Es handelte sich aber in diesen Fällen um eine sogenannte Hüttensau. In früheren Zeiten wurden nämlich vielfach die verstreuten kleinen Eisenerz-Vorkommen im Walde ganz nahe bei ihrem Lager in primitivster Weise verhüttet; als Ueberbleibsel findet sich hin und wieder noch eine eisenhaltige Schlacke, eine „Hüttensau“.

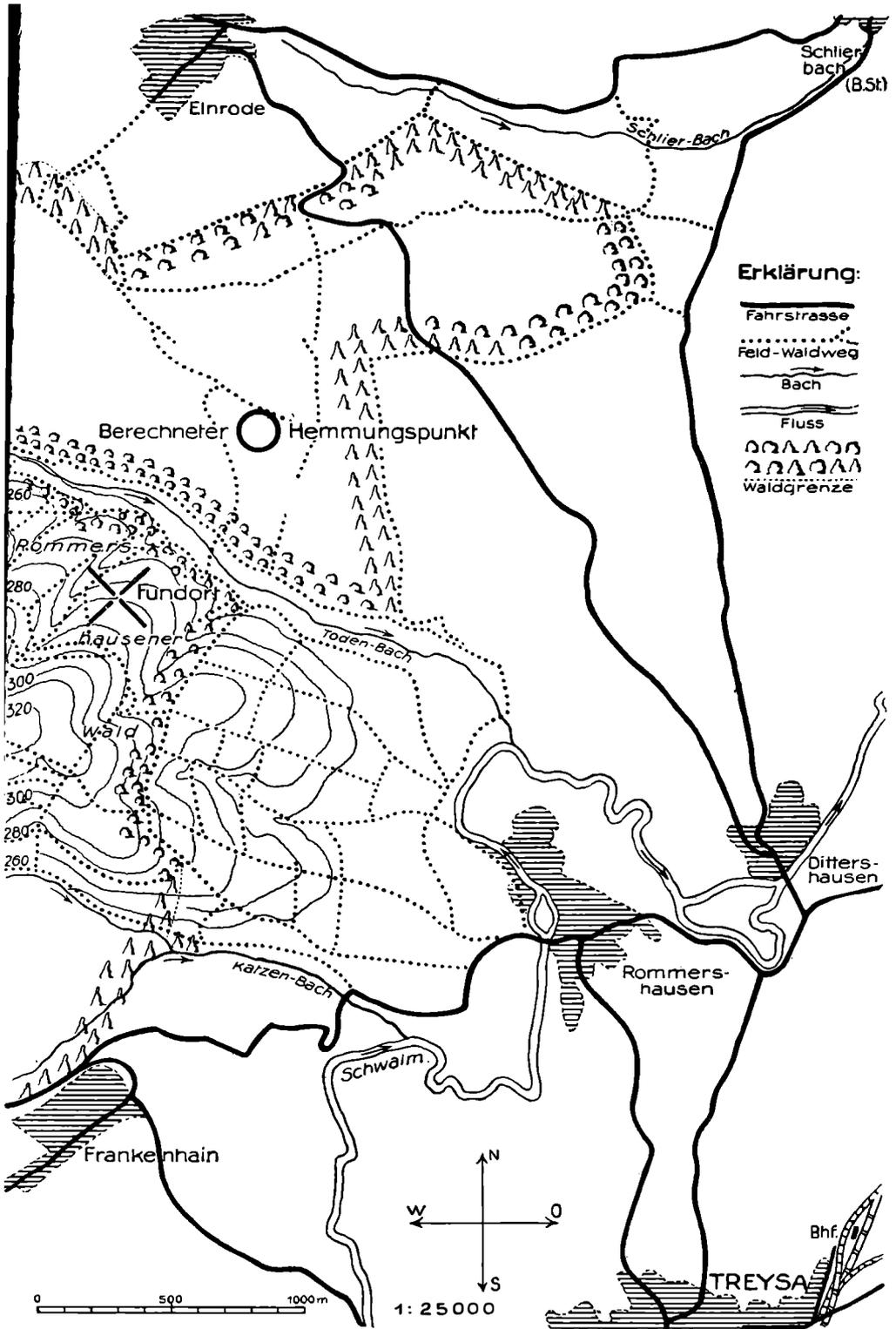
Nach Erlaß unseres Aufrufes nahm sich Herr Forstmeister Roth, Königl. Oberförster in Frielendorf, der Angelegenheit mit besonderem Eifer an; auch sonst fanden wir dankenswertestes Entgegenkommen bei den Behörden. Am 6. März teilte mir Herr

Förster H u p p m a n n zu Rommershausen bei Treysa, Kreis Ziegenhain, rund 30 km ost-nordöstlich von Marburg, mit, daß er in der sogenannten Dickhege, einem Teile des Rommershausener Interessenten-Waldes, nordwestlich von Treysa, eine Grube bemerkt habe an einer Stelle, an welcher weder zuvor ein Baum gestanden, noch Wild gewühlt habe. Dies entsprach A. Wegeners Vermutung (Seite 64 seiner Schrift, oben), daß der Meteorit nicht auf dem Felde, sondern im Walde gefallen ist, da die Ernte im Herbst nicht zur Auffindung der Fallstelle geführt hat. Nach Besprechung mit Herrn Kollegen E. K a y s e r veranlaßte ich den Förster nachzugraben, ob er auf einen Stein stoße. Nach zwei Tagen meldete er mir, daß dies der Fall sei. Darauf ließen wir ihn den Stein vollends frei legen und fuhren alsdann am 12. März dorthin. Herr Kollege E. K a y s e r erkannte sogleich die charakteristischen Merkmale eines Eisen-Meteoriten. Hier also war wirklich zum ersten Male ein Meteorit auf Grund des berechneten Ortes gesucht und gefunden worden, während mehrfach bereits anderwärts Meteoriten, deren Niedergang unmittelbar beobachtet war, aufgelesen wurden. Letzteres trifft, worauf Herr Kollege R. B r a u n s bei Gelegenheit eines Besuches in Marburg mich freundlichst aufmerksam machte, nach einer Aufstellung von Herrn Friedrich Berwerth *) seit 160 Jahren für Meteoreisen in 10 Fällen zu, nämlich bei den Eisenmeteoriten von Agram 26. Mai 1751, Charlotte 1. August 1835, Braunau in Böhmen, wo am 14. Juli 1847 zwei Eisenstücke von zusammen über 36 kg im Niedergang unmittelbar beobachtet und aufgelesen wurden (Gretschl, Lexikon der Astronomie, Leipzig 1882, S. 332), Nedažolla 23. Januar 1870, Rowton 20. April 1876, Mazapil 27. November 1885, Cabin Creek 27. März 1886, Quesa 1. August 1898, N'Goureyrna 15. Juni 1900, und endlich 31. März 1908 Avce im Isonzotale (Kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien. Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 11. Juni 1908. Akademischer Anzeiger Nr. XV).

*) Friedrich Berwerth, Verzeichnis der Meteoriten im k. k. naturhistorischen Hofmuseum Ende Oktober 1902, Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums 18, 1903, und Fortschritte in der Meteoritenkunde seit 1900 (Fortschritte der Mineralogie 2, 1912, 280).

Unseres Meteoriten Einschlag aber war nicht unmittelbar gesehen worden, sondern berechnet; daraufhin wurde er gesucht und gefunden. Die Fundstelle befindet sich in unerwarteter Nähe, nämlich nur etwa 800 Meter südwestlich des von A. Wegener berechneten sogenannten Hemmungspunktes, d. h. des Punktes, in dem die Lichterscheinung aufhörte [dessen Höhe sich zu 16,4 km ergibt]. Hemmungspunkt und Fundort sind in der nebenstehenden Karte eingetragen. Wie weiter unten (Seite 97) erörtert wird, wäre eine horizontale Entfernung von etwa 9 km zwischen diesen beiden Punkten zu erwarten gewesen. Da die Fundstelle nicht falsch sein kann, muß der Fehler allein beim Hemmungspunkt liegen, was deswegen bemerkenswert ist, weil seine Unsicherheit nach der inneren Uebereinstimmung der Beobachtungen nur etwa 2 km beträgt. Woher dieser Widerspruch wahrscheinlich kommt, soll später gezeigt werden. A. Wegener vermutete übrigens die Einschlagstelle um den genannten Betrag nicht süd-südöstlich (in der verlängerten Flugrichtung), sondern östlich des Hemmungspunktes. Es soll gleichfalls weiterhin auseinandergesetzt werden, warum die Beobachtungen, welche ihn zu dieser Annahme veranlaßten, irreführend waren.

Aus den Beobachtungen der Lichterscheinung und des nach dem Erlöschen noch in der Luft sichtbaren schwarzen Körpers schloß A. Wegener, daß der Meteorit nicht wie in vielen anderen Fällen, in der Luft zerschellte und als Steinregen zu Boden fiel, sondern daß er nur aus einem einzigen größeren Körper bestand und als solcher in die Erde einschlug. Da ferner die Geschwindigkeit eines Meteoriten im untersten Teil seiner Bahn nach den Berechnungen Schiaparellis schließlich unabhängig von der kosmischen Anfangsgeschwindigkeit wird und nur noch von seiner Größe und seinem spezifischen Gewicht abhängt, schloß Wegener, daß gleiches auch für die Höhe des Erlöschens gelten müsse, und gelangte so wegen der, im Vergleich mit anderen Fällen, sehr geringen Höhe des Hemmungspunktes von nur 16,4 km zu der Annahme: „Man darf daher mit einigem Recht vermuten, daß es sich um einen Eisenmeteoriten von bedeutender Größe handelt.“ Nach Analogie früherer Fälle nahm Wegener weiter an (Seite 62 unten, 63 oben), „daß er mindestens $1\frac{1}{2}$ m tief in den Boden ein-



Einrode

Schlierbach (B.St.)

Schlier-Bach

Erklärung:

Fahrstrasse

Feld-Waldweg

Bach

Fluss

waldgrenze

Berechneter Hemmungspunkt

260
280
300
320
300
280
260

Römmer's Fundort

Hausener

Wald

Todten-Bach

Karzen-Bach

Schwalm

Rommershausen

Dittershausen

Frankenhain

0 500 1000m

1: 25 000

N
W O
S

Bhf.

TREYSA

gedrungen ist, sofern er nicht etwa auf anstehenden Fels gestoßen ist“. Alle diese Annahmen haben sich bestätigt: Nicht Steinregen, sondern ein einzelnes Stück; ein Eisenmeteorit von rund 63 kg Gewicht; Einschlags-Tiefe 1,60 m, wovon die oberen $\frac{3}{4}$ m lockere Erdschicht, teils Waldboden, teils unreiner Lößlehm, und nur der untere Rest weicher toniger Sandstein war, nach Angabe von Herrn Kollegen E. Kayser der unteren Buntsandsteinformation.

Die Grube im Walde war, als Förster H u p p m a n n sie bemerkte, etwa ein Quadratmeter groß und nur etwa 25 cm tief; nachstürzendes und vom Regen hineingeschwemmtes Erdreich hatte die Grube während 11 Monaten wieder soweit ausgefüllt. Nach Durchfahren der Erdschicht aber hatte der Meteorit in dem unteren Teile der Tiefe durch den weichen Sandstein sich überhaupt nur einen seine eigene Ausdehnung wenig übertreffenden Kanal geschaffen. Dieser „Schußkanal“ verlief etwa unter 60° gegen den Horizont geneigt nahezu von N nach S. Der obere Rand der Grube war etwa elliptisch, große Achse rund $1\frac{1}{2}$ m, und von fast nord-südlicher Richtung, kleine Achse etwa 1 m. Der Meteorit lag unter dem Süden der Grube; alles stimmt mit dem von W e g e n e r berechneten Einfall aus Nord 15° West nach Süd 15° Ost überein, sowie auch damit, daß bis zum Hemmungspunkte die Bahn einen Winkel von 55° mit dem Horizonte bildete, beim Einschlage also einen noch steileren Winkel. Beschädigte Baumkronen waren in der Nähe nicht zu bemerken; in der Flugrichtung befand sich aber auch gerade eine lichte Stelle zwischen jenen.

Dem Förster H u p p m a n n wurde die ausgesetzte Belohnung sogleich zuerkannt und überwiesen.

Dank der wirksamen Hülfe von Herrn Forstmeister W a l d s c h m i d t, Kgl. Oberförster zu Jesberg, und von Herrn Forstmeister R o t h gelang es uns, den Meteoriten sogleich nach Marburg zu bringen. Er ist jetzt an Seilen schwebend aufgehängt in derselben Orientierung, die er 11 Monate in der Erde gehabt hat, und soll nach Beschluß der Gesellschaft im Physikalischen Institut aufbewahrt werden. Sein Gewicht beträgt, wie bereits erwähnt,

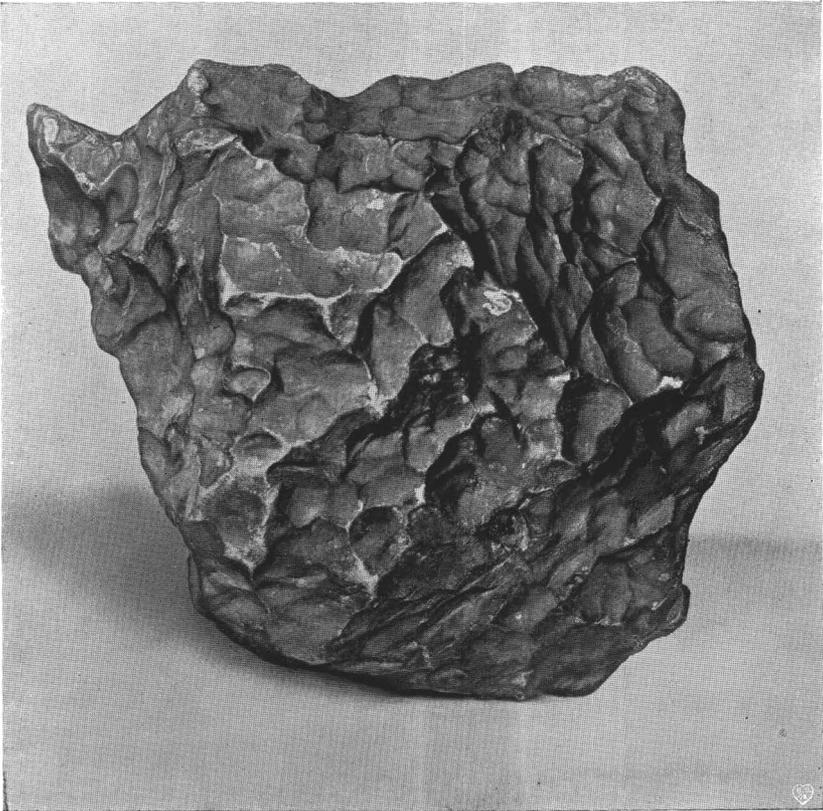
63 Kilo; er ist also immerhin einer der größeren Meteoriten. Wenn er auch keineswegs eines der größten Meteoreisen ist, so doch gewiß eines der frischesten, da es nur kurze Zeit in der Erde gelegen hatte. Und an unseren Meteoriten von Treysa wird sich stets ein besonderes Interesse knüpfen nicht nur wegen seiner eigenartigen, teils zackigen, teils tiefe Höhlen aufweisenden Gestalt, sondern noch viel mehr wegen des Umstandes, daß die Licht- und Schallerscheinungen seines Falls in bisher sehr seltener Vollständigkeit von A. Wegener bearbeitet sind, und daß der Meteorit als erster auf Grund der daraus gezogenen Fallortsberechnung gesucht und gefunden wurde.

Erklärung der geringen Abweichung der Fundstelle von A. Wegeners Berechnung.

Oben, auf Seite 94, wurde bereits darauf hingewiesen, daß zunächst der von A. Wegener berechnete Hemmungspunkt, wie die Karte zeigt, nur wenig nordöstlich von der Fundstelle liegt. Die Unsicherheit der Berechnung umfaßt etwa einen Kreis von 2 km Radius. Man kann also sagen, Hemmungspunkt und Fundstelle fallen praktisch zusammen. Dies ist überraschend; denn wenn nicht die auf Seite 19 der Wegener'schen Schrift erwähnten Schraubenbewegungen infolge des Luftwiderstandes im untersten Teile der Bahn einen sehr großen Einfluß gehabt haben, müßte die Projektion des Hemmungspunktes wegen der Neigung der Bahn 9—10 km rückwärts in der Flugrichtung, also nordnordwestlich von der Einschlagstelle liegen. Die Erklärung für diesen Fehler in der Berechnung des Hemmungspunktes dürfte in einer physiologisch-psychologischen Erscheinung zu suchen sein, welche bei den Beobachtern der Leuchterscheinung auftritt. Diese verfolgten mit dem Auge das leuchtende Meteor, setzten die Augenbewegung auch nach dem Erlöschen fort, wobei sie das positive Nachbild der sehr hellen Lichterscheinung noch weiter wahrnahmen, bis auch der subjektive Eindruck des Erlöschens später als das wirkliche Erlöschen eintrat. Sie nahmen also das Erlöschen an einem Punkte wahr, der in der verlängerten

Flugrichtung über den Erlöschungspunkt hinaus lag, verlegten ihn also zu weit südsüdöstlich. Grundsätzlich ist dies dieselbe Täuschung, welche A. W e g e n e r in seiner Schrift auf Seite 79 in der Mitte erwähnt, infolge deren sehr entfernte Beobachter den Meteoriten sogar v o r nahen Gegenständen niederfallen zu sehen glaubten. Herr Kollege E. J a e n s c h machte mich freundlicherweise darauf aufmerksam, daß noch eine zweite Ursache für die Beobachter der leuchtenden Bahn vorlag, diese in ihrem Urteil verlängert erscheinen zu lassen. Auch diese Ursache hängt mit den Augenbewegungen zusammen, die bei der Schätzung der Länge einer jeden Strecke stattfindet, auch einer ruhend und dauernd gegebenen. Das Auge verlängert die Bewegung, mit der es längs der Strecke hingleitet, über das Ende hinaus, wenn nicht durch ein besonderes Merkmal, z. B. einen Querstrich, der Augenbewegung gewissermaßen Halt geboten wird. Etwas derartiges, wie das Letztere, lag ja aber bei der Beobachtung des Meteoriten nicht vor, sodaß also der sichtbare Teil der Bahn als über seinen Endpunkt hinaus verlängert beurteilt werden mußte. Diese Ueberschätzung einer Strecke durch den Einfluß der Augenbewegung tritt insbesondere auf bei dem sogenannten Müller-Lyerschen Muster (Wundt, die geometrisch-optischen Täuschungen, Abhandlungen d. math. physik. Kl. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 24, Nr. II, 1898). In wieweit auch die Beobachtungen von B a s l e r , die Ueberschätzung von Bewegungen betreffend (Pflügers Archiv für die ges. Physiolog. I. Mitt. 115, 1906, S. 592, II. Mitt. 124, 1908, S. 323) hiermit zusammenhängen, bleibt noch eine offene Frage. Man sieht also daß durch diese Umstände die Berechnung des Hemmungspunktes mit einem systematischen Fehler behaftet wird, so daß man statt des wahren Hemmungspunktes einen Punkt erhält, der bereits nahe der Einschlagstelle liegt.

An Vorstehendes knüpft Herr A. W e g e n e r folgende Ueberlegungen an, die er demnächst ausführlicher in den Astronomischen Nachrichten mitteilen wird. Die soeben auseinandergesetzten Verhältnisse treten bei allen Meteoritenfällen auf. Es dürfte daher eine Rücksichtnahme darauf auch bei künftigen Versuchen, Meteoriten nach einer aus der Leuchterscheinung abgeleiteten Ortsbestimmung aufzufinden, wichtig sein. Sorgfältigen Bearbeitern, wie



1.
Nordseite.

z. B. J. G. G a l l e (Ueber die Bahn des am 30. Januar 1868 beobachteten und bei Pultusk im Königreich Polen als Steinregen niedergefallenen Meteors durch die Atmosphäre. Abhdlg. d. Schles. Ges. f. vaterländ. Cultur, Abt. f. Naturwissenschaft u. Med. 1867/68, 79—121.), ist es in der Tat auch schon früher aufgefallen, daß die Fundstellen gerade unter dem berechneten Hemmungspunkte lagen, statt in der Verlängerung der berechneten Bahn. Die unbegründete Behauptung mehrerer Autoren (Brezina, Die Meteoriten vor und nach ihrer Ankunft auf die Erde. Vorträge des Vereins z. Verbreitung naturw. Kenntnisse in Wien 33, Heft 15, Wien 1893), daß im Hemmungspunkt die Geschwindigkeit des Meteoriten ganz vernichtet werde und er dann vertikal herabfalle, dürfte wesentlich auf diese Erscheinung zurückzuführen sein. In unserem Falle beweist die Neigung des Schußkanals im Sandstein, die nur wenig steiler ist als die Bahn, daß diese bisher angenommene Erklärung unhaltbar ist.

Wir müssen noch auf die oben (S. 94) erwähnte Vermutung Wegeners eingehen, daß die E i n s c h l a g s t e l l e nicht süd-südöstlich, sondern (etwa 9 km) östlich des Hemmungspunktes zu suchen sei. Für diese Abweichung ist vor allem der am 3. April 1916 herrschende Westwind verantwortlich zu machen. Er trieb die R a u c h s p u r des Meteoriten nach Osten; gerade sie aber war für die Beobachter in der Nähe des Hemmungspunktes, wie W e g e n e r auseinandersetzt, zum Teil die einzige den Ort betreffende Beobachtung. Denn für diese Beobachter spielte sich der Vorgang über ihren Köpfen ab, sie wurden erst durch die Detonation aufmerksam und sahen dann die Rauchspur durch den starken Westwind nach Osten abgetrieben. W e g e n e r selbst zieht diesen Einfluß bereits in Betracht (S. 18 seiner Schrift), hat ihn aber noch nicht hoch genug eingeschätzt. Er macht sich in seinem Resultat um so mehr geltend, als W e g e n e r mit Recht den Mitteilungen der Beobachter in der Nähe des Hemmungspunktes das größte Gewicht beilegt.

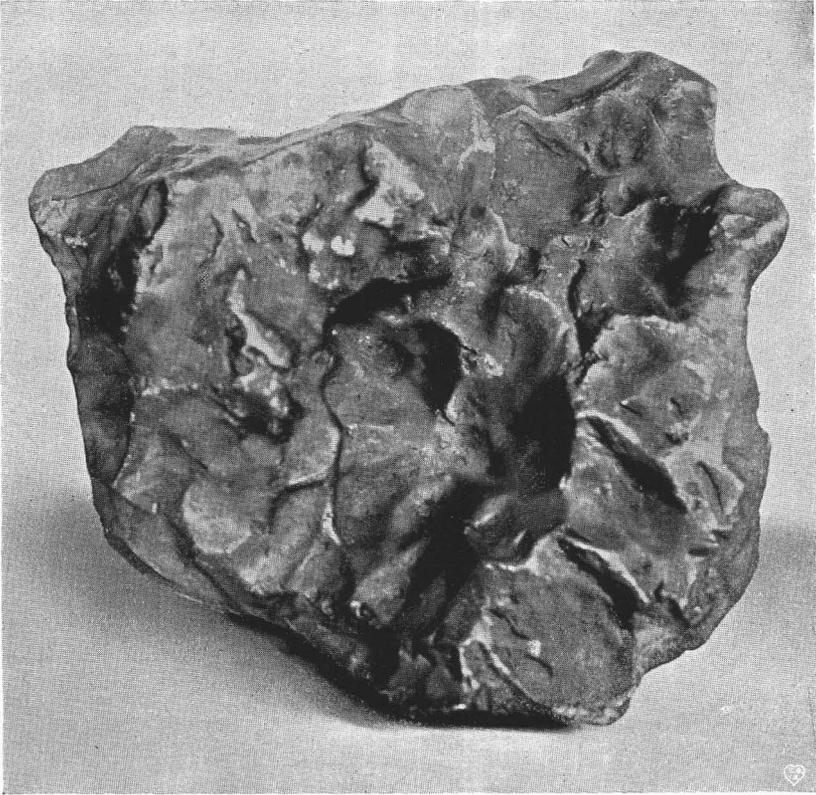
Weiter kam außerdem hinzu die A u s s a g e des Landwirts D ö r r (S. 64 der Wegener'schen Schrift) als des anscheinend der Einschlagstelle nächsten Beobachters. Er machte seine Angaben zunächst mit großer Sicherheit, änderte sie allerdings später ab (S.

65). Hätte er sie im Sinne der letzteren Aenderung noch weiter berichtet, so würde er der Wahrheit näher gekommen sein. So aber veranlaßte seine irrige Aussage zur Vermutung der Einschlagstelle zu weit östlich.

Alles in allem aber sind die Abweichungen gegenüber der Fundstelle in Anbetracht der Unsicherheit bei der Berechnung einer so flüchtigen Erscheinung wie der eines Meteoriten nur sehr gering. Dies beweist ja auch der Erfolg des Aufrufes der Gesellschaft zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften, welcher Aufruf zwar auf eine etwas zu weit östlich vermutete Einschlagstelle zugeschnitten war, aber doch zu deren Auffindung führte. Man kann also nur der größten Freude darüber Ausdruck geben, daß die Berechnung *Wegeners* so gut war, daß sie mit Nachhülfe der von unserer Gesellschaft für die Ablieferung des Meteoriten ausgesetzten Belohnung zu diesem schönen Ergebnis führte.

Absplitterung von Teilen des Meteoriten.

In der Luft werden, wie immer man sich auch den Vorgang denken mag, zweifellos Teile der Meteoritensubstanz sich ablösen; das beweist ja die Rauchspur. Ob ein größerer Teil des Meteoriten sich als ganzes Stück losgelöst hat und wenigstens teilweise unverändert zu Boden gelangt ist, steht dahin, ist aber nach der ganzen Erscheinung, die seine Form und Oberfläche darbieten, nicht gerade wahrscheinlich. In früheren derartigen Fällen wurde die Teilung auch schon bei der Lichterscheinung von deren Beobachtern wahrgenommen, was bei uns jedenfalls nicht zutrifft. Immerhin hat die Gesellschaft geglaubt, dieser Möglichkeit Rechnung tragen zu sollen. Damit nicht ein etwaiges abgelöstes Stück des Meteoriten von dem Finder unbeachtet bleibe, vor allem indem er denkt, der Meteorit sei ja nunmehr gefunden und die Sache völlig erledigt, hat die Gesellschaft alsbald nach dem Funde im Rommershausener Wald auch noch eine Belohnung für



2.
Südwestseite.

die Auffindung und Ablieferung anderer Teile des Meteoriten ausgesetzt, deren Höhe nach der Größe des ihr abgelieferten Stückes bemessen wird.

Sollte sich wirklich ein größeres Stück des Meteoriten losgelöst haben und weiter östlich zu Boden gefallen sein, so würde auch dadurch sich die westliche Komponente der Abweichung für die bis jetzt alleinige Fundstelle von der Berechnung Wegeners erklären. Denn letztere gilt natürlich für den ganzen ungeteilten Meteoriten, dessen Bahn nach etwaiger Teilung vom gemeinsamen Schwerpunkte aller Teile fortgesetzt worden wäre, nicht aber von einem Teile allein genommen.

Für den Niederfall andererseits feiner losgelöster Teilchen spricht folgende erst während des Druckes dieses Heftes eingelaufene Mitteilung von Herrn Lehrer C. Liese in Schreufa bei Frankenberg an der Eder. Er schreibt mir:

„Es wird Sie höchst interessieren, zu dem Meteorfall noch eine Beobachtung zu erfahren, die mir bei einem Ferienaufenthalt in Zwesten b. Zimmersrode (also auf der Ostseite des Kellerwaldes) erzählt wurde.

Dort war der Donnerschlag furchtbar nahe und es war kurz darauf überall ein gelber Staubauch im ganzen Ort und seiner Umgebung zu beobachten.

Das war mir ganz neu, und es ist nicht ausgeschlossen, daß irgend ein Stück des Meteors in die dortige Gegend abgeflogen ist. Oder sollte sich die vom Meteor hinterlassene Rauchwolke dort niedergelassen haben?“

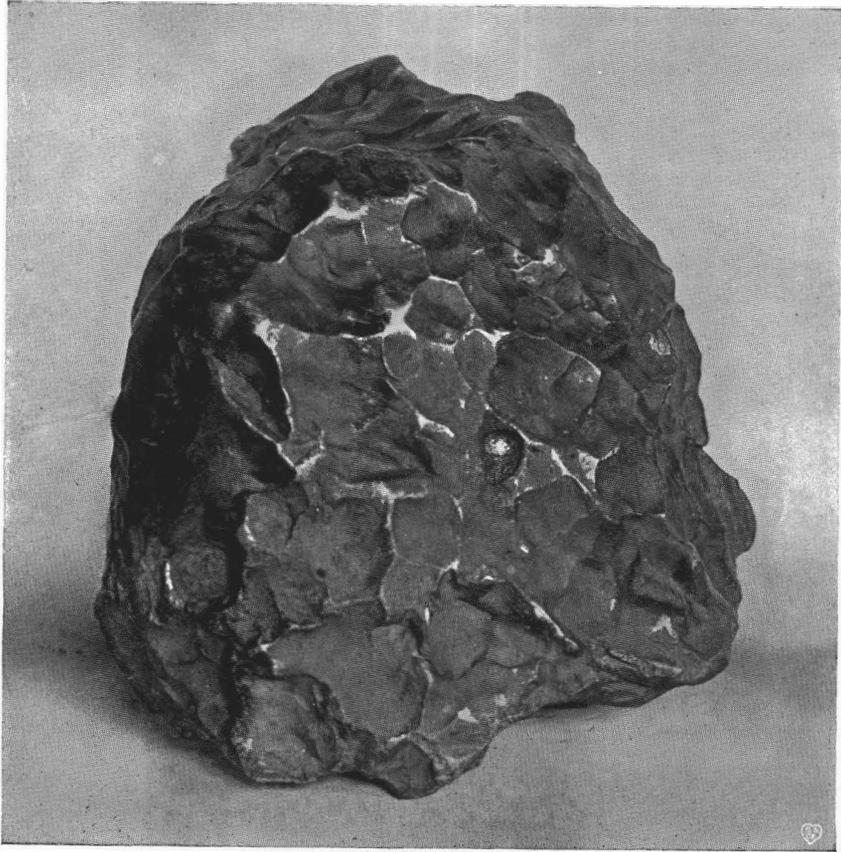
Zwesten liegt 11 km nördlich von der Fundstelle bei Rommershausen. Dort niedergefallener Staub oder gar größere Stücke des Meteoriten müßten sich daher in den höheren Teilen seiner Bahn von ihm losgelöst haben, in denen sich die starke Rauchspur entwickelte, wie Wegener in seiner Schrift auf Seite 17 auseinandersetzt. Eben solche Teilchen, wie sie die Rauchspur bildeten, sind anscheinend also auch als Staub bis zur Erde gelangt.

Weitere Nachforschungen in der dortigen Gegend wurden in zwischen in die Wege geleitet, sind aber ergebnislos geblieben.

Beschreibung des Meteoriten.

Wenn oben auf Seite 93 gesagt wurde, daß Herr Kollege E. Kayser sogleich beim Anblick die charakteristischen Merkmale eines Eisenmeteoriten erkannte, so waren damit vor Allem gemeint die sogenannten Näpfe: flache Vertiefungen, von einigen Quadratzentimetern bis zu etwa 1 Quadratdezimeter Größe und von polygonaler oder rundlicher Begrenzung, die einer neben dem anderen fast die ganze Oberfläche bilden. Die zwischen den Näpfen stehenden stumpfen Kanten und die zum Teil stark hervortretenden Zacken des Meteoriten waren beim Herausheben aus der Erde durch das Anfassen soweit gesäubert, daß die weißgraue Eisen- bzw. Nickeleisensubstanz sichtbar wurde. Im allgemeinen wird die Oberfläche gebildet von einer schwarzen Oxydkruste, Glühspahn, in der chemischen Zusammensetzung Fe_3O_4 übereinstimmend mit Magnetit und dem sogenannten Hammerschlag. Große Teile der Oberfläche waren zunächst mit den ockergelben Resten des Sandsteins bedeckt, in den der Meteorit noch etwa 1 m tief eingedrungen war. Auf den ersten Anblick zeigt er eine unregelmäßig polyedrische Gestalt mit Durchmesser von 24 bis 36 cm. Daß es sich um einen Eisenmeteoriten, einen Sideriten, handele, hatte A. Wegener bereits vermutet; er sagt auf Seite 62 seiner Schrift, unten, anknüpfend an die im Vergleich mit anderen Meteoriten geringe Höhe des Hemmungspunktes und an Schiaparellis Zahlen für die Geschwindigkeitsabnahme durch den Luftwiderstand: „Man darf daher mit einigem Recht vermuten, daß es sich um einen Eisenmeteoriten von bedeutender Größe handele“.

Nach Beendigung des Krieges soll der Meteorit zerschnitten werden: jetzt fehlen dazu die Arbeitskräfte. Soweit bereits die äußere Oberfläche zeigt, besteht er, abgesehen von einem sehr kleinen, noch zu besprechenden Einschlusse, nur aus Eisen bzw. Nickeleisen. Er gehört demnach zu den nicht häufigen Holo-Sideriten nach der Einteilung von Daubrée (N. Herz, Artikel Kometen und Meteore in Valentiners Handwörterbuch der Astronomie II, Breslau 1898, S. 109). Die drei folgenden von Brendamour und Simhart in Düsseldorf-Obercassel hergesetzten Wieder-



3.
Ost- und Unterseite.

gaben photographischer, von unserem früheren Institutsmechaniker Herrn Optiker Franz Böhler, hierselbst, gemachter Aufnahmen in etwa $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$, also etwa $\frac{7}{24}$ natürlicher Größe geben eine Vorstellung seines Aussehens. Auf den beiden ersten ist seine Stellung dieselbe, wie er sie in der Erde steckend inne hatte. Aufnahme 1 zeigt seine Nordseite, für welche die stark herausragende Zacke an der Ostecke charakteristisch ist. Geht man um die stumpfe Westkante von Aufnahme 1 herum, so bietet der Meteorit von Südwesten her den in Aufnahme 2 wiedergegebenen Anblick. Man erkennt in der Mitte dieser Seite eine große Grube, die ihre tiefste Stelle an ihrem oberen Ende hat. Dort liegt der Grund der Grube etwa 6—7 cm tief unter ihren Rändern. Solche zerklüfteten Meteoriten werden auch anderweit beschrieben, so von meinem unvergeßlichen Greifswalder Freunde E. Cohen (Das Meteor-eisen von N'Goureyrna unweit Djenne, Provinz Macina, Sudan; Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein für Neu-Vorpommern und Rügen 1901. XXXIII.), dem Verfasser der klassischen Meteoritenkunde (I. Stuttgart 1894, II. ebenda 1904). Von solchen tiefen Gruben nimmt man an, daß sie ursprünglich ausgefüllt waren von Schwefeleisen, dessen Schmelztemperatur niedriger liegt als die der Grundmasse von Nickeleisen; indem solche Schwefeleisen-Knollen im Fluge durch die Atmosphäre früher heraus-schmelzen, hinterlassen sie große Vertiefungen; bei anderen, flachen Meteoriten, wie z. B. dem soeben erwähnten von E. Cohen abgebildeten, geradezu durchgehende Löcher. Anders dagegen die kleineren Näpfe, aus denen fast die ganze Oberfläche besteht, wie die Abbildungen zeigen. Diese Näpfe haben von verschiedenen Meteoritenforschern die Bezeichnung Piëzoglypten oder Rhexmaglypten (Friedrich Berwerth) erhalten; alle stimmen darin überein, daß sie der großen Erhitzung der Meteoritenoberfläche in der Atmosphäre ihre Entstehung verdanken; einige nehmen an, daß die vor dem Meteoriten komprimierte und sehr heiße Luft die Näpfe aus der Oberfläche herausgedrückt habe. Ob die Oberfläche dabei geschmolzen war, oder nicht, darüber gehen die Ansichten auseinander. Mir erscheint sehr erwägenswert, ob nicht in dem sehr kalt in die Atmosphäre eindringenden Meteoriten durch die nur oberflächliche ungeheuer schnell entstehende große Erhitzung

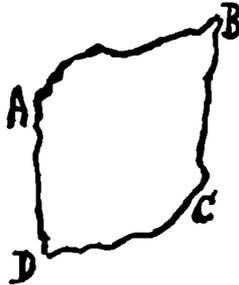
starke innere Spannungen entstehen, die zum Abspringen von Stücken an der Oberfläche führen; dabei vielleicht augenblicklich entstehende scharfe Kanten werden sofort durch die heiße Lufthülle wieder angeschmolzen. Diese Annahme wäre vielleicht teilweise einer experimentellen Prüfung zugänglich, die versucht werden soll.

Die Abbildungen 1 und 2 zeigen, daß unser Meteorit nach oben hin von einer im Einzelnen höckerigen, im Ganzen ebenen Fläche begrenzt ist, die keinerlei Besonderheiten darbietet und deswegen nicht abgebildet ist. Außer von dieser oberen Fläche und der durch die Abbildungen 1 und 2 wiedergegebenen Nordseite und Südwestseite wird der Meteorit begrenzt von einer Südostfläche, deren Umriß in der Textfigur auf Seite 106 wiedergegeben und dort besprochen wird, sowie von einer ziemlich gleichmäßig gekrümmten Fläche, die sich von oben her an der Ost- und an der Nordseite hinunter bis zur Unterseite einschließlich erstreckt, immer von der Orientierung gesprochen, wie er in der Erde aufgefunden wurde. Diese stark gekrümmte Unter- und östliche Seitenfläche ist in der Aufnahme 3 wiedergegeben, nachdem der Meteorit auf die ursprünglich obere Fläche umgewälzt worden war. Diese Figur zeigt also in ihrem oberen Teile die bei der Auffindung tiefst gelegene Stelle des Meteoriten, die beim Fluge die vorderste war, falls sich nicht der Meteorit vor dem Einschlage in die Erde oder bei diesem selbst noch gedreht hat, was sehr wohl infolge des Widerstandes der Luft und erst recht desjenigen der Erde geschehen sein kann. Von dieser Stelle auslaufende Streifen als Spuren des Abspritzens eines Schmelzflusses, wie solche Streifen an anderen Meteoriten, besonders an Meteorsteinen, z. B. demjenigen von Pennymans Siding bei Middlesbrough, England, 1881, zu erkennen sind („radiale Drift“), weist der unsrige nicht auf. Die Stelle ist diejenige des Ganzen, welche die gleichmäßigsten mittelgroßen Näpfe, einen neben dem anderen, zeigt, wie aus der Abbildung 3 zu erkennen ist. Besonders bemerkenswert ist nahe der Mitte, von dieser etwas nach rechts unten, im Bilde deutlich hervortretend, ein Einschluß von hell messinggelber Farbe, höchst wahrscheinlich ein Eisensulfid. Der Einschluß sitzt auf dem Boden einer Vertiefung, wie ebenfalls im Bilde erkennbar, und bildet wohl den Rest einer ausgedehnteren

Schwefelmetallmasse, deren größerer Teil weggeschmolzen ist, ganz im Sinne auch der Entstehungsweise der tiefen Gruben und Löcher, wie auf vorvoriger Seite in der Mitte auseinandergesetzt wurde. Vermutlich besteht der Einschluß aus Troilit Fe S , was die chemische Untersuchung prüfen muß.

Diese kann ebenfalls erst nach dem Kriege ausgeführt werden, wie auch die Durchsägung des Meteoriten. Letztere wird unter Anderem nach dem Polieren und Anätzen der Schnittflächen besonderes Interesse durch die Widmanstätten'schen Figuren darbieten, die sich als orientierte Lamellen von besonderem Zusammensetzungsverhältnis bezüglich Nickel und Eisen hervorheben.

Diese Widmanstätten'schen Figuren zeigen z. B. bei einem in Deutsch-Südwest-Afrika gefallenem, 503 kg schweren Meteoriten, der in der Physikalischen Versuchsanstalt der Gußstahlfabrik Friedrich Krupp zu Essen aufbewahrt wird, auf der ganzen Fläche des Schnittes von 70 cm Länge und 38 cm Breite parallele Orientierung, mit Ausnahme einer kleinen Verwerfung, wie ich aus einer Photographie ersehen habe, die mir vom Vorstande jener Versuchsanstalt, Herrn Prof. Dr. B. Strauß, freundlichst zur Verfügung gestellt wurde. Diese Parallel-Orientierung beweist ein durch fast den ganzen Meteoriten durchgehendes einheitliches kristallographisches Gefüge. Für den Sideriten von Quesa fand Friedrich Berwerth, daß auch die äußere Begrenzung eines Meteoriten kristallographisch orientierte Flächen aufweisen kann, die aber durch die Näpfe und andere Unregelmäßigkeiten höckerig uneben sind. (Das Meteoreisen von Quesa. Annalen des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums. Wien, 1909. XXIII. Band. Seite 318—338.) Von Herrn Kollegen R. Brauns veranlaßt, darauf zu achten, schien mir auch unser Meteorit zum Teil eine solche Begrenzung zu zeigen und zwar eine oktaedrische. Die folgende Figur gibt seinen von Südost und etwas von obenher photographierten Umriß wieder und zwar in etwa ein Zehntel der natürlichen Größe. Die nach Osten gerichtete Zacke, die in der Abbildung 1 von Norden her oben links erschien, erscheint jetzt oben rechts bei B. Um die abgestumpfte Kante A D links herum würde man auf die in Abbildung 2 wiedergegebene Südwest-Seite kommen, um B C D rechts und unten herum auf die Ost- und Unterseite, Ab-



bildung 3. Die vorstehende Figur ist, zur naturgetreuen Wiedergabe des Umrisses, nach einem Verfahren hergestellt, das in Eders Handbuch der Photographie, IV Teil, S. 117/118, Halle a/S. 1899, beschrieben ist. Ich bin darauf aufmerksam geworden durch eine Mitteilung von F. H a u s e r aus den Sitzungsberichten der physikalisch-medizinischen Sozietät in Erlangen, Bd. 46 (1914) S. 170. Er schreibt:

„Von dem darzustellenden Gegenstand wird eine Photographie — Negativ oder Positiv — auf einem der üblichen Entwicklungspapiere hergestellt. Nach meinen Erfahrungen eignet sich am besten mattes, glattes Papier, da sich auf ihm am besten zeichnen läßt. (Ich benutzte N. P. G. II.) Auf der Photographie werden dann die in der Wiedergabe gewünschten Linien mit nicht auswaschbarer Tusche nachgezeichnet.

Ist die Tusche getrocknet, so werden die Blätter in einen kräftigen Abschwächer, z. B. Blutlaugensalzabschwächer, gebracht, welcher das Silberbild vollkommen zerstört, sodaß schließlich die Zeichnung allein auf dem dann weißen Papier übrig bleibt. Die Blätter werden dann kurz gewässert und zum Trocknen aufgehängt. Der erwähnte Abschwächer besteht aus zwei Lösungen: einer Fixiernatronlösung 1:100 und einer Lösung 1:20 von rotem Blutlaugensalz. Zum Gebrauch werden 100 Teile der Fixiernatronlösung mit 5—20 Teilen der Blutlaugensalzlösung gemischt.“

Nach diesem Verfahren ist auch unsere Figur hergestellt, in der es nur auf völlig getreuen Umriß ankam. Als ich zufällig einmal den Meteoriten von dieser Richtung erblickte, fiel mir seine ungefähr rhombische Begrenzung auf. Zwischen A und B tritt

eine Hervorragung aus dieser Begrenzung heraus; die Ecke bei C ist abgestumpft und ist ergänzt zu denken. Mit dem Transporteur roh, wie es nicht anders sein kann, gemessen, betragen die Winkel

bei A	110°
„ B	60°
„ C	110°
„ D	80°.

Angenähert würden also die den photographierten Umriß begrenzenden Flächen, welche senkrecht auf der Ebene der Zeichnung zu denken sind, der Lage von Oktaederflächen entsprechen. Herrn Kollegen R. Brauns verdanke ich die Angabe, daß Oktaederflächen an den Kanten einen Winkel von $109^{\circ} 28'$ und entsprechend über Eck einen Winkel von $70^{\circ} 32'$ miteinander bilden. Es erscheint also sehr wohl möglich, daß ähnlich dem Sideriten von Quesa nach Friedrich Berwerth auch unser Meteorit eine unvollkommene krystallographische Begrenzung aufweist. Die spätere Prüfung durch Aetzung wird vermutlich daher einen schaligen Bau unseres Meteoriten nach den Oktaederflächen ergeben.

Daß jedenfalls eine Parallelorientierung durch größere Teile seiner Substanz vorhanden ist, dafür spricht auch die Gleichrichtung einiger Kanten der Näpfe, wie z. B. an drei Kanten in Abbildung 2, rechts unten zu sehen ist, sowie parallele Rillen an mehreren Stellen der Oberfläche. Man erkennt z. B. in Abbildung 1, unten, in der Mitte und rechts, mehrere solcher Rillen, die von unten links nach oben rechts verlaufen.

Bestimmung der mittleren Dichtigkeit.

Wenn auch der Meteorit keine homogene Masse bildet, sondern einerseits aus mehreren verschiedenen Arten Nickeleisen zusammengesetzt ist, andererseits auch den kleinen Troiliteinschluß enthält, so ist doch die Bestimmung seiner mittleren Dichtigkeit von Interesse für ein Urteil über das Mengenverhältnis, in dem die einzelnen Bestandteile vertreten sind. Denn auf keinen Fall wird unsere Gesellschaft ihn, wie es ihr von einer Firma vorgeschlagen

wurde, in lauter einzelne Scheiben zerschneiden lassen, sodaß man das Innere sozusagen ganz übersehen könnte.

Die mittlere Dichtigkeit konnte schwerlich aus dem Gewichtsverlust beim Eintauchen in Wasser bestimmt werden, da kaum eine hydrostatische Wage für ein Gewicht von rund 63 kg aufzutreiben war. Daher schlug ich folgendes Verfahren ein.

Durch das Eintauchen eines festen Körpers in eine Flüssigkeit wird deren Bodendruck vermehrt um das Gewicht der verdrängten Flüssigkeit. Anschaulich, aber nur mit beschränkter Gültigkeit, würde man dies bei einem cylindrischen Gefäß sich ableiten können. Denn durch das Eintauchen des festen Körpers steigt die Oberfläche der Flüssigkeit um so viel, daß das neu eingenommene Volumen gleich ist demjenigen des festen Körpers. Daraus folgt dann für ein cylindrisches Gefäß ohne weiteres die an die Spitze gestellte Vermehrung des Bodendruckes, da es nach dem Pascal'schen Satz bei gegebener Bodenfläche nur auf den Vertikalabstand von Boden und freier Flüssigkeitsoberfläche ankommt, nicht aber darauf, daß im Inneren der Flüssigkeit durch das Eintauchen des festen Körpers ein Teil fehlt. Allgemeiner aber ist folgende Ueberlegung: Nach dem Prinzip der Gleichheit von Aktion und Reaktion ergibt der Auftrieb, den die Flüssigkeit auf einen eintauchenden festen Körper ausübt, daß dieser feste Körper eine ebenso große Druckkraft vertikal abwärts auf die Flüssigkeit ausübt, die alsdann sich auch auf den Boden überträgt und den Bodendruck vermehrt um das Gewicht der vom festen Körper verdrängten Flüssigkeit.

Nach diesem Grundsatz ließ sich auch die mittlere Dichtigkeit unseres Meteoriten mit Hülfe einer guten Dezimalbrückenwage bestimmen. Auf ihr wurde zunächst das Gewicht des Meteoriten zu

63,28 kg

bestimmt. Sodann wurde auf die Brückenwage eine im Institut von anderen Versuchen her bereits vorhandene Glasglocke von etwa 50 cm Höhe vermittels eines einfachen Holzgestells umgekehrt aufgestellt, die Oeffnung von etwa 40 cm Durchmesser nach oben. Diese Glocke wurde mit ausgekochtem Wasser bis zu hinreichender Höhe gefüllt und gewogen. Es ergab sich:

51,61 kg.

Der Meteorit wurde mit einem Eisendrahtbündel an einem galgenähnlichen Gestell aufgehängt und in das Wasser hinabgelassen. Man konnte sich davon überzeugen, daß keine Luftblasen in seinen Höhlungen festsaßen. Dann wurde das nunmehr vermehrte Gewicht der wassergefüllten Glasglocke bestimmt; es betrug:

59,69 kg.

Mithin das Gewicht des verdrängten Wassers (59,69 — 51,61) =

8,08 kg.

Hieran ist jedoch eine Korrektur anzubringen. Es tauchte ja natürlich auch das Drahtbündel, an dem der Meteorit hing, teilweise mit in das Wasser und trug zur Vermehrung des Bodendrucks bei. Diese Korrektur wurde so bestimmt, daß nach dem Herausnehmen des Meteoriten eine zweite Wägung der wassergefüllten Glasglocke gemacht wurde; sie ergab 51,52 kg; und nun die leere Drahtbündelschlinge ebenso tief, wie zuvor mit Meteorit, eingetaucht wurde; dadurch ergab sich das vorige Gewicht vermehrt auf 51,58 kg. Mithin verursachte die Drahtschlinge allein eine Gewichtszunahme von 0,06 kg. Diese Korrektur ist an den obigen 8,08 kg abzuziehen; bleibt:

8,02 kg

als das Gewicht des vom Meteoriten verdrängten Wassers. Schließlich also 63,28 — 8,02 =

7,89

als mittlere Dichtigkeit des Meteoriten. Dieser Wert erniedrigt sich noch auf:

7,88

bei Berücksichtigung, daß das Wasser eine Temperatur von 18 °, 5 C hatte; auf diese Berichtigung der letzten Dezimale aber kommt es nicht an.

Die bekannten Eigenschaften der Meteoriten, insbesondere auch der Gehalt an Kohlenstoff, wie er z. B. im Cohenit (Fe_3C , in welchem das Fe auch zum Teil durch Nickel oder Cobalt vertreten sein kann) auftritt, berechtigen zu der Annahme, daß der Eisengehalt des Meteoriten in seiner Beschaffenheit mit Gußstahl

vergleichbar und daher auch mit dem spezifischen Gewicht von Gußstahl anzusetzen ist, also mit 7,8 nach F. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik. Das spezifische Gewicht von reinem Nickel beträgt 8,8. Mithin würde der obige Wert der mittleren Dichtigkeit des Meteoriten auf einen Nickelgehalt von etwa 8 % schließen lassen. Dieser Wert erhöht sich etwas dadurch, daß jedenfalls ein kleiner Einschluß von Schwefeleisen, vielleicht im Innern noch einige weitere, allein genommen die mittlere Dichtigkeit des Ganzen etwas herabsetzen, sodaß ein größerer Nickelgehalt anzunehmen ist, um auf den ermittelten Wert der mittleren Dichtigkeit zu kommen.

Vorläufige Untersuchung des Magnetismus.

Durch einen mitgebrachten Kompaß überzeugte ich mich sogleich bei der Einholung des Meteoriten, daß er durch das unveränderte Liegen während mehr als 11 Monaten vor seiner Hebung verhältnismäßig kräftige Magnetisierung durch das erdmagnetische Feld angenommen hatte, wie zu erwarten war. Bei regelmäßiger Form würde die magnetische Achse mit der Richtung der Inklination als derjenigen der gesamten magnetischen Feldstärke übereinstimmen; bei der vorliegenden unregelmäßigen, zackigen und ausgebuchteten Gestalt kann man nur sagen, daß unten Nordmagnetismus, oben Südmagnetismus entstanden war, immerhin so kräftig, daß beim Herumführen des Kompasses in einer horizontalen Ebene um das untere oder um das obere Ende seine Nadel ganz herumgedreht wurde.

Der Magnetismus des Meteoriten steht im Einklang mit der aus seiner mittleren Dichtigkeit von 7,88 zu ziehenden Schlußfolgerung, daß sein Nickelgehalt ungefähr 8 Prozent etwas übersteigen wird. Denn aus dem Magnetismus andererseits ist zu schließen, daß der Nickelgehalt niedriger sein muß als etwa 20 Prozent, weil Nickeleisen von diesem und höherem Prozentgehalt bis 25 Prozent bei gewöhnlicher Temperatur unmagnetisch sein würde. (Vergl. z. B. E. Take, magnetische Untersuchungen, Teil III,

Bestimmung von Umwandlungspunkten Heuslerscher Mangan-Aluminium-Bronzen, Seite 90; Inauguraldissertation, Marburg 1903, bei N. G. Elwert.) Der Nickelgehalt wird, beides zusammengekommen, zwischen 8 und 20 Prozent liegen, näher an ersterem Werte.

Vor der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Meteoriten hat eine genauere quantitative Messung seiner magnetischen Eigenschaften keine Bedeutung und kann auch nur an abgesägten Stücken ausgeführt werden. Vor dem Zerschneiden sollte aber doch immerhin die Größe seiner permanenten Magnetisierung als Ganzes annähernd bestimmt werden. Wie bereits auf Seite 96 bemerkt worden ist, wird der Meteorit nach der kurzen Dauer seiner Ueberführung von der Fundstelle in das Physikalische Institut hier wieder in derselben Orientierung aufbewahrt, welche er in der Erde hatte. Seine Magnetisierung wird also eine stationäre geworden sein.

Bei diesen Messungen ist mir ebenso wie bei der Bestimmung der mittleren Dichtigkeit Herr Kandidat des höheren Lehramts Friedrich Bürner behülflich gewesen.

Zufällig teilte mir gerade kurz bevor ich diese Messung ausführen ließ, Herr Ernst Hagen ein bisher noch nicht veröffentlichtes Verfahren zur direkten Ablesung magnetischer Momente auf Grund der klassischen Methode von Gauß mit, dessen Anwendung bei dem Meteoriten mir sehr angebracht schien, und das er mir zur Mitteilung an dieser Stelle freundlichst zur Verfügung stellte.

Herr E. Hagen schreibt:

„Die nachstehende Versuchsanordnung gestattet, den Wert eines magnetischen Momentes unmittelbar abzulesen. Sie benutzt dazu die von Gauß angegebene Ablenkungsmethode und unterscheidet sich von letzterer lediglich durch die Wahl zusammengehöriger Abstände der abzulenkenden Magnetnadel von dem zu untersuchenden Magneten einer- und der Fernrohrskala anderseits.“

„Für einen Magneten vom Moment M , der eine im Abstände r cm von ihm befindliche Magnetnadel (im Nachstehenden als

„Magnetspiegel“ bezeichnet) um einen Winkel φ ablenkt, gilt für die erste Gauß'sche Hauptlage die Gleichung:

$$M = \frac{1}{2} r^3 H \tan \varphi$$

vorausgesetzt, daß der Abstand r groß gegen die Länge des Magneten und die der Nadel ist. H bedeutet die Horizontalintensität des Erdfeldes. Ermittelt man den Winkel φ durch Umkehrung des zu untersuchenden Magneten um 180° , und bezeichnet man mit a die hierbei auf der Spiegel-Skala subjektiv oder objektiv beobachtete Ruhelage-Verschiebung, so ist — wenn D den Skalenabstand vom Spiegel bedeutet —

$$\tan \varphi = \frac{a}{4 D}$$

also

$$M = \frac{1}{2} r^3 H \frac{a}{4 D}$$

Soll nun das magnetische Moment M in C-G-S-Einheiten unmittelbar ablesbar, d. h. durch a gegeben sein, so muß

$$\frac{1}{2} \frac{r^3 H}{4 D} = 1 \quad (\text{wo } H \text{ nahe } 0,2 \text{ Gauß ist})$$

$$\text{d. h. } D = \frac{r^3}{40} \text{ gemacht werden.}$$

$$\text{Für } r = 50 \text{ cm und } H = 0,2 \text{ wird } D = \frac{125 \cdot 10^3}{40} \text{ cm} = 3,125 \cdot 10^3 \text{ cm} \\ = 31,25 \text{ m.}$$

Bei dem Skalenabstand 31,25 m würde demnach ein im Abstände 50 cm vom Magnetspiegel in der ersten Hauptlage aufgestellter Magnet vom Moment 1 nach Umkehrung um 180° die Ruhelageverschiebung 1 cm auf der Spiegelskala hervorrufen, demgemäß bei 3,125 m die Verschiebung der Ruhelage um 1 mm. Im letzteren Falle ergibt sich mithin das gesuchte magnetische Moment unmittelbar durch die abgelesene Anzahl mm, um welche sich die Skaleneinstellung vor und nach der Umkehrung des Magneten um 180° ändert.

Anderen Werten von r entsprechen die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen zugehörigen Werte von D , wobei $H = 0,192$ zu Grunde gelegt ist *).

$r = 30$	40	50	60	70	80	cm
$D = 0,648$	1,54	3	5,18	8,23	12,29	m

Was man übrigens bei der Versuchsanordnung als „Magnetspiegel“ verwendet, ob eine kurze oder lange Nadel, ist gleichgültig. Der Ausschlag bleibt in jedem Falle derselbe.“ —

Dieses Verfahren von Herrn E. Hagen ist zweifellos auch geeignet, bei Präzisionsbestimmungen angewandt zu werden, wenn die bei ihm gemachten Voraussetzungen erfüllt sind. Jedoch schien es mir bei der Untersuchung des Meteoriten deswegen besonders angebracht zu sein, weil es in außerordentlich müheloser Weise erlaubt, den Meteoriten einfach an eine bestimmte Stelle zu legen, um 180° umzukehren, und aus den Ablenkungen das Moment ohne jede weitere sorgfältige Berechnung anzugeben. Denn jede letztere wäre für den Meteoriten ganz vergeudete Arbeit gewesen. Bei seiner unregelmäßigen Form war schon seine Lagenbestimmung und damit r ganz unsicher; überdies: eine genaue magnetische Messung des Meteoriten als Ganzes hatte auch gar keine Bedeutung, sondern nur eine angenäherte, wie bereits oben auseinandergesetzt.

Bei der Anwendung des Verfahrens auf den Meteoriten wurde als Magnetspiegel der eines alten Spiegelgalvanometers mit einem Magneten benutzt. In dem zur Verfügung stehenden Raum konnte als Skalenabstand $D = 8,23$ m genommen werden und dementsprechend $r = 70$ cm. Letzteres wurde schätzungsweise von der Mitte des Meteoriten gerechnet, dessen in der ursprünglichen Lage ungefähr vertikale magnetische Achse in die Ost-West-Richtung gebracht wurde. Alles ist hierbei so unsicher, daß Einstellungen des Magnetspiegels, die bei wiederholter Herstellung derselben Lage des Meteoriten hätten gleich sein sollen, um mehrere Skalenteile (mm) untereinander abweichen. Im Mittel ergab sich für Drehung

*) Der Wert für Marburg ist etwas größer; bei der Anwendung auf den Meteoriten kommt dieser kleine Unterschied indessen gar nicht in Betracht.

des Meteoriten um 180° eine Ablenkung des Magneten von 20 Skalenteilen. Dies ist also auch die Remanenz des Meteoriten nach seiner Magnetisierung durch den Erdmagnetismus in C-G-S-Einheiten; bei seinem großen Volumen von 8020 ccm (siehe die Wasserverdrängung S. 109) also nur eine sehr geringe Intensität. Würde die magnetische Achse des remanenten Magnetismus wieder, wie in der Erde, annähernd vertikal gestellt werden, so addiert sich zur Remanenz die temporäre Magnetisierung durch den Erdmagnetismus, und es entsteht ein bedeutend größeres Moment. Dieses am ganzen Meteoriten zu bestimmen, wäre umständlich gewesen, und aus dem Ergebnis wäre ohne Kenntnis der chemischen Zusammensetzung des Meteoriten doch nichts zu schließen. Nach deren Ermittlung sollen aber an Stücken des Meteoriten genauere magnetometrische Messungen angestellt werden. Diese und alle anderen chemischen usw. Untersuchungen müssen vertagt werden, bis nach dem Kriege wieder die sachkundigen Arbeitskräfte zur Verfügung stehen.

