

ASTRONOMISCHE NACHRICHTEN.

N^o 2872.

Ueber die Anwendung von Mikrometermessungen bei physischen Beobachtungen des Mars.

Von *Walter F. Wislicenus.*

[Mit 1 Tafel.]

Der Erste, welcher zur Lagenbestimmung von Flecken auf dem Mars Mikrometermessungen anstellte, war meines Wissens G. V. Schiaparelli, und hat derselbe seine beiden Messungsmethoden, von denen die zweite nur bei vollbeleuchteter Marsscheibe anwendbar ist, in seinen beiden Abhandlungen: »Osservazioni astronomiche e fisiche sull'asse di rotazione e sulla topografia del pianeta Marte« in den §§ 27–29 und §§ 297–299 ausführlich dargelegt. Sein Verfahren beruht im Wesentlichen darauf, dass er den Durchgang eines Flecks durch die mittelst eines Mikrometerfadens markirte Mittellinie der Marsscheibe beobachtet und zugleich den Abstand des Flecks von der zur Rotationsaxe senkrechten Mittellinie der sichtbaren Planetenscheibe misst. Diese Beobachtungsweise hat den einen Nachtheil, dass man während eines Abends nur die Lage derjenigen Flecke bestimmen kann, welche beim Beginn der Beobachtung die Mitte der Scheibe noch nicht passirt haben. Es sei mir gestattet im Folgenden eine Messungsmethode darzulegen, welche erlaubt, die areographische Länge und Breite eines jeden sichtbaren Flecks bei allen nur möglichen Lagen desselben auf der Scheibe zu bestimmen.

In meiner Schrift: »Beitrag zur Bestimmung der Rotationszeit des Planeten Mars« habe ich auf Seite 40 ein Verfahren angegeben, durch Ausmessung von Marszeichnungen die areographische Länge und Breite der dargestellten Flecke zu bestimmen, welches sich auch unter Anbringung einiger Correctionen auf directe Beobachtung der Marsscheibe anwenden lässt.

Fig. 1 stelle eine Ansicht des Mars im Fernrohr dar; wir denken uns ein rechtwinkliges Coordinatensystem derart in die Scheibe eingetragen, dass der Nullpunkt desselben mit dem Mittelpunkt der Scheibe zusammenfällt und die Axe SN durch den sichtbaren Pol des Mars geht. Der Fleck F , dessen Lage bestimmt werden soll, habe die Coordinaten a und b , seine areographische Breite sei φ und sein Rotationswinkel x . Bezeichnen wir noch den Radius der Scheibe mit r und setzen wir $c = \sqrt{a^2 + b^2}$, so ist, wie an oben citirter Stelle abgeleitet ist,

$$\sin \varphi = \frac{b \sin i - \sqrt{r^2 - c^2} \cdot \cos i}{r}$$

und

$$\cotg x = \frac{b \cos i + \sqrt{r^2 - c^2} \cdot \sin i}{a}$$

oder

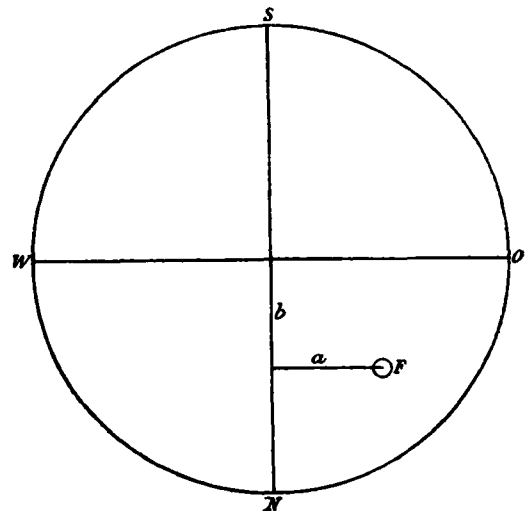
$$\sin x = \frac{a}{r \cdot \cos \varphi}.$$

Hierbei bedeutet i den Winkel, welchen der südliche Theil der Marsaxe mit der Absehungslinie Erde-Mars bildet, oder wenn wir die areographische Breite des Mittelpunktes der Scheibe mit Φ (nördlich +, südlich –) bezeichnen, so ist

$$i = 90^\circ + \Phi.$$

Unter Rotationswinkel eines Flecks verstehen wir den Winkel, um welchen Mars sich drehen muss, bis ein Fleck den Centralmeridian passirt, oder um welchen die Rotation des Planeten schon vorgeschritten ist, seit dem Durchgang eines Flecks durch die Mitte der Scheibe. Die Winkel φ und x liegen ihrem absoluten Betrage nach naturgemäss zwischen den Grenzen 0° und 90° , können jedoch das positive oder negative Vorzeichen haben. Wir wollen den nördlichen areographischen Breiten das positive, den südlichen das negative Vorzeichen geben. Da der Betrag des Rotationswinkels eines Flecks zur areographischen Länge des Centralmeridians zu addiren ist, so lange der Fleck die Mitte der Scheibe noch nicht passirt hat, so wird der Winkel x für diesen Fall das positive Vorzeichen haben müssen. Diesen Festsetzungen entsprechend wird für alle Flecke, welche — beim Anblick im Fernrohr — unterhalb der Linie WO liegen, die Coordinate b positiv sein, und für alle diejenigen, welche rechts von der Mittellinie SN liegen, die Coordinate a positiv. Will man nun die

Fig. 1.



Ausmessung der Strecken a und b nicht an einer Marszeichnung, sondern mittelst des Fadenmikrometers an der Marscheibe selbst vornehmen, so wird die Hauptschwierigkeit darin bestehen, dem Fadennetz genau die Lage der Linien SN und WO zu geben. Der der Erde zugewandte Marspol ist ja durch den ihn umgebenden Schneefleck gekennzeichnet, indessen ist dem Beobachter dadurch die Lage des Pols doch nur genähert bekannt, da sich ja derselbe durchaus nicht im Mittelpunkt des Schneeflecks befindet. Ferner wird selbst die geringste Phase die Auffindung des wirklichen Mittelpunktes der Scheibe verhindern, so dass der Beobachter, wenn er nach den Mittelpunkten des Schneeflecks und der erleuchteten Scheibe sein Fadennetz orientiert, dasselbe doch nur genähert in die Lage der Linien SN und WO gebracht hat.

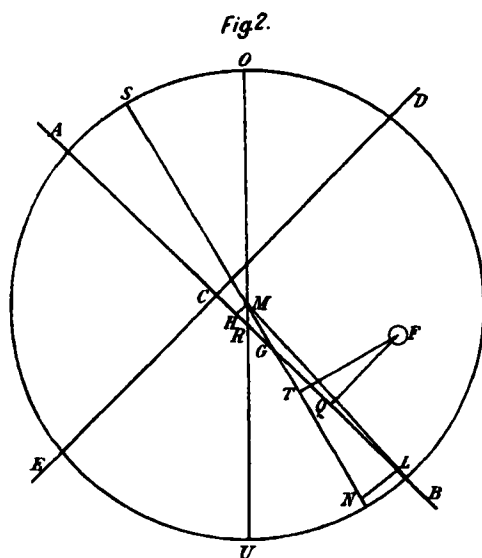


Fig. 2 stelle wiederum den Anblick des Mars im Fernrohr dar. M sei der wirkliche Mittelpunkt der Scheibe, L der des Nordpolarschneeflecks, während der Nordpol selbst bei N liege und SN die Richtung der Rotationsaxe des Mars sei; OU dagegen giebt die Lage des geocentrischen Declinationskreises an. AB und DE seien zwei sich in C rechtwinklig schneidende Mikrometerfäden, in Bezug auf welche der Punkt M die rechtwinkligen Coordinaten $MH = v$ und $HC = w$ habe. Ist nun F der zu bestimmende Fleck, so wird man mittelst der Mikrometerfäden die Strecken $FQ = a_1$ und $QC = b_1$ messen, während man zur Berechnung der Länge und Breite des Flecks der Grössen $FT = a$ und $TM = b$ bedarf. Nun sei

$UML = P$ der beobachtete Positionswinkel des Mittelpunktes des Schneeflecks,

$UMN = \pi$ der daraus berechnete Positionswinkel des Pols,

$URL = p$ der am Mikrometer eingestellte Positionswinkel,

$NML = UML - UMN = P - \pi = \psi$,

$MLR = URL - UML = p - P = \varepsilon$,

$NGL = TFQ = NML + RLM = \psi + \varepsilon = \delta$,

$NLM = \chi$.

Bezeichnen wir ferner die areographische Länge des Centralmeridians für den Moment der Beobachtung mit L , diejenige des Mittelpunktes des Schneeflecks mit l und die dazugehörige Poldistanz mit d , so ist

$$LNM = L - l = \zeta,$$

$$\text{Bogen } LM = z, \quad \text{Bogen } LN = d,$$

$$\text{Bogen } NM = 180^\circ - i,$$

wobei i die oben erläuterte Bedeutung hat. Aus der von A. Marth in den Monthly Notices für jede Marsopposition gegebenen »Ephemeris for Physical Observations of Mars« können wir den Positionswinkel der Marsaxe π_E , sowie die Grössen i und L entnehmen; nach der Formel (Schiaparelli § 288):

$$P - \pi_E = d\pi + \sin L \cos l \cdot d - \cos L \sin l \cdot d$$

berechnen wir die Grössen $d\pi$, $\cos l \cdot d$ und $\sin l \cdot d$ und finden damit l , d und $\pi = \pi_E + d\pi$. Haben wir schon eine genäherte Kenntniss von d und l , so können wir auch nach folgendem Formelsystem rechnen (Schiaparelli § 11-14 und »Beitrag zur Best. der Rot. des Planeten Mars« pag. 43 ff.):

$$\text{tg } \frac{1}{2}(\psi - \chi) = \frac{\sin \frac{1}{2}(d - i)}{\sin \frac{1}{2}(d + i)} \cotg \frac{1}{2}\zeta$$

$$\text{tg } \frac{1}{2}(\psi + \chi) = \frac{\cos \frac{1}{2}(d - i)}{\cos \frac{1}{2}(d + i)} \cotg \frac{1}{2}\zeta$$

$$P_{(\text{Rechn.})} = \pi_E + \psi$$

$$dP = P_{(\text{Beob.})} - P_{(\text{Rechn.})} =$$

$$d\pi + \frac{\sin^2 \chi}{\sin \zeta \sin i} dd + \frac{\cos \chi \sin \psi}{\sin \zeta} dl.$$

$$\pi = \pi_E + d\pi.$$

Haben wir auf diese Weise π ermittelt, so können wir damit die Grössen ψ , ε und δ finden. Die Berechnung der Strecken a und b ergibt sich dann wie folgt:

$$a = \frac{a_1}{\cos \delta} + (b_1 - w - GH - a_1 \text{tg } \delta) \sin \delta,$$

es ist aber $GH = v \cdot \cotg \delta$

also

$$a = \frac{a_1}{\cos \delta} + b_1 \sin \delta - w \sin \delta - v \cos \delta - \frac{a_1 \sin^2 \delta}{\cos \delta},$$

daher endlich

$$a = (a_1 - v) \cos \delta + (b_1 - w) \sin \delta.$$

Ganz entsprechend ist

$$b = \frac{v}{\sin \delta} + (b_1 - w - GH - a_1 \text{tg } \delta) \cos \delta$$

oder $b = (b_1 - w) \cos \delta - (a_1 - v) \sin \delta.$

Betrachten wir ML als gerade Linie, d. h. als Projection des Bogens ML auf eine durch den Marsmittelpunkt senkrecht zur Absehungslinie Erde-Mars gelegte Ebene, so ist, wenn r der Radius des Mars ist,

$$ML = r \cdot \sin \varepsilon.$$

Aus dem sphärischen Dreieck MNL ergibt sich:

$$\sin \varepsilon = \frac{\sin \zeta \cdot \sin d}{\sin \psi},$$

und aus dem ebenen rechtwinkligen Dreieck MHL folgt:

$$v = r \sin \varepsilon \cdot \sin \delta = r \cdot \sin \varepsilon \frac{\sin \zeta \cdot \sin d}{\sin \psi}.$$

Die Berechnung von v würde weit complicirter sein; wir bedürfen derselben auch gar nicht, wie wir streng genommen die Grösse v nicht zu kennen brauchen, wenn wir nur bei Messung der Strecken b_1 nicht von dem festen Faden DE ausgehen, sondern vom oberen und unteren Rande der Scheibe, und die Ermittlung der Strecken a_1 nicht auf den festen Faden AB , sondern auf Einstellung des von Phase nicht beeinflussten vorangehenden oder nachfolgenden Randes gründen. Auf diese Weise beziehen wir nicht nur unsere Messungen auf den wirklichen Mittelpunkt der Scheibe, sondern wir erhalten zugleich auch den für die Berechnung von Länge und Breite nöthigen Halbmesser der Scheibe. Was die Vorzeichen von a_1 und b_1 anbelangt, so gelten dafür dieselben Regeln wie für a und b ; ebenso ist v in denselben Quadranten positiv, in denen es a ist, und w stimmt in dieser Beziehung mit b überein. Die Formeln für a und b lauten dann einfach:

$$\begin{aligned} a &= a_1 \cos \delta + b_1 \sin \delta \\ b &= b_1 \cos \delta - a_1 \sin \delta. \end{aligned}$$

Die Marsbeobachtungen, welche ich im Folgenden mittheilen möchte, sind mit dem Bahnsucher (Öffnung 6 Zoll) der Strassburger Sternwarte angestellt und zwar durchweg mit 256facher Vergrößerung. Dieselben sind wenig zahlreich und in erster Linie lediglich zur Prüfung der eben entwickelten Methode gemacht. Zu einer regelmässigen Beobachtung des Mars während der ganzen Dauer seiner Opposition liessen mir die Beobachtungen am Meridiankreise keine Zeit. Erst nachdem diese wegen einiger nothwendiger Aenderungen am Instrument am 28. April a. c. unterbrochen wurden, konnte ich Mars häufiger beobachten, bis am 25. Mai auch der Bahnsucher wegen Reparatur der Beleuchtungsvorrichtung demontirt werden musste.

Bei den Beobachtungen verfuhr ich in folgender Weise: Zunächst wurden 6 Einstellungen des Positionswinkels des Nordpolarschneeflecks gemacht, dann der Positionskreis auf das Mittel der 6 Werthe gestellt und die Abstände der zu bestimmenden Flecke von dem voll beleuchteten (vorangehenden) Rande gemessen; darauf wurde das Mikrometer um 90° gedreht und die Abstände derselben Flecke vom oberen und unteren Rande bestimmt. Jeder Rand und Fleck ward viermal eingestellt und zwar abwechselnd in der einen und anderen Drehungsrichtung

der Schraube. Die beiden Coordinaten nicht gleichzeitig, sondern nach einander zu messen, scheint mir durchaus unbedenklich, denn der kleine Fehler, den man dadurch begeht, dass man die gemessenen a_1 und b_1 als gültig für das Mittel aus den Zeiten der Einzelmessungen annimmt, verschwindet vollständig der Unsicherheit gegenüber, mit welcher die Einstellungen so kleiner und unscharfer Objecte wie der Marsflecke naturgemäss behaftet sind. Die grösste Zeitdifferenz, welche zwischen den Einzelmessungen vorkam, war 12 Minuten, sonst stets geringer.

Den Positionswinkel des Schneeflecks habe ich an 10 Tagen bestimmt, dagegen waren nur an 5 Tagen Luftzustand und Schärfe der Bilder derart, dass ich Messungen der Flecke mit einiger Aussicht auf Erfolg vornehmen konnte. Der scheinbare Parallel wurde jeden Abend bestimmt; eine Aufstellungsbeobachtung am 7. Mai ergab die Fehler des Instruments zwar klein, doch wurden dieselben trotzdem scharf berücksichtigt. Die nachfolgende Tabelle giebt ausser Datum und Beobachtungszeit (Mittl. Zt. Strassb.) die gemessenen Positionswinkel P und die aus der Marth'schen Ephemeride entnommenen Längen der Centralmeridiane L .

1888	Zeit	P	L
April 15	10 ^h 34 ^m 1	28° 13	91° 74
Mai 2	10 16.0	31.56	298.23
4	12 14.8	36.34	309.48
6	10 41.4	27.29	268.94
7	11 23.9	32.33	270.37
8	11 2.8	29.13	256.32
12	11 0.4	33.39	219.89
13	10 42.1	36.85	206.46
17	11 35.4	38.02	183.53
23	10 22.0	34.03	110.65

Die Bedingungsgleichungen von der Form

$$P - \pi_E = d\pi + \sin L \cos l \cdot d - \cos L \sin l \cdot d$$

sowie die nach Berechnung und Einsetzung der Unbekannten übrig bleibenden Fehler sind:

Gleichungen	Fehler
$-5.78 = +1.000 d\pi + 1.000 \cos l \cdot d + 0.030 \sin l \cdot d$	-4.95
$-0.63 = -0.881 \quad -0.473$	-0.67
$+4.33 = -0.772 \quad -0.636$	$+6.26$
$-4.58 = -1.000 \quad +0.019$	-5.07
$+0.52 = -1.000 \quad -0.006$	$+0.12$
$-2.61 = -0.972 \quad +0.237$	-3.83
$+1.86 = -0.641 \quad +0.767$	-0.97
$+5.36 = -0.446 \quad +0.895$	$+2.22$
$+6.65 = -0.062 \quad +0.998$	$+3.41$
$+2.67 = +0.936 \quad +0.353$	$+2.34$

Daraus ergeben sich die Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} +7.790 &= +10.000 d\pi - 3.838 \cos l \cdot d + 2.184 \sin l \cdot d \\ -3.467 &= -3.838 d\pi + 6.807 \cos l \cdot d + 0.073 \sin l \cdot d \\ +10.466 &= +2.184 d\pi + 0.073 \cos l \cdot d + 3.192 \sin l \cdot d \end{aligned}$$

und aus diesen die Unbekannten und ihre wahrscheinlichen Fehler

$$\begin{aligned} d\pi &= -0.257 \pm 2.737 \\ \cos l.d &= -0.680 \pm 1.208 \\ \sin l.d &= +3.457 \pm 1.800. \end{aligned}$$

Für das Mittel aus den Zeiten Mai 8 3^h 47^m M. Z. Strassb. ergibt sich:

$$\begin{aligned} \text{Positionswinkel der Marsaxe} &= 31.50 \\ \text{Poldistanz des nördl. Schneeflecks} &= 3.52 \\ \text{Länge des nördl. Schneeflecks} &= 101.13. \end{aligned}$$

In der nachstehenden kleinen Tafel habe ich alle auf die Messung und Berechnung der einzelnen Flecke bezüglichen Grössen zusammengestellt. Die Zeitangaben sind in M. Z. Strassburg gemacht, die Grössen L und i aus der Marth'schen Ephemeride entnommen. Die meisten Ueberschriften der einzelnen Columnen bedürfen keiner weiteren Erklärung; die Columnen »Fl.« (Fleck) enthält die entsprechende in der beiliegenden Kartenskizze eingetragene Nummer und die letzte Spalte enthält unter der Bezeichnung λ die areographischen Längen der Flecke. Die Grössen r , a_1 und b_1 sind in Hundertsteln einer Umdrehung der Mikrometerschraube angegeben.

1888	Zeit	Fl.	r	a_1	b_1	ε	ψ	δ	a	b	L	i	φ	x	λ
Mai 2	10 ^h 50 ^m 6	1	12.7	-2.70	-1.22	-0.003	+0.537	+0.53	-2.711	-1.195	306.67	113.35	+16.93	-12.89	293.78
		2		-2.70	+4.85				-2.656	+4.875			+45.15	-17.24	289.43
» 4	12 39.6	1	13.1	-4.00	-2.30	+0.004	+5.487	+5.48	-4.202	-1.905	315.53	113.52	+13.90	-19.30	296.23
» 6	11 56.9	1	12.7	+1.52	-2.38	-0.004	-3.423	-3.43	+1.659	-2.285	287.34	113.68	+13.11	+6.12	293.46
		2		+1.52	+3.88				+1.285	+3.964			+41.71	+7.80	295.14
» 7	11 53.1	4	12.75	+3.70	-6.35	0.000	+1.687	+1.69	+3.511	-6.456	277.49	113.75	-7.90	+16.14	293.63
		3		-1.20	-1.85				-1.253	-1.814			+15.45	-5.85	271.64
		2		+3.70	+4.05				+3.817	+3.939			+40.27	+23.10	300.59
		5	13.65	-2.85	+0.85	+0.001	+6.517	+6.52	-2.735	+1.169	211.09	114.15	+28.11	-13.12	197.97
» 13	11 1.2	6		+2.55	+0.85				+2.630	+0.556			+25.60	+12.63	223.72
		7		+2.55	-4.75				+1.994	-5.008			+2.02	+8.41	219.50

Der besseren Uebersicht halber will ich hier die verschiedenen Messungen der Flecke zusammenstellen und die Bezeichnungen, die Schiaparelli in seiner zweiten Marskarte (Opposition von 1879) denselben gegeben hat, beifügen.

Fleck 1 ist die Syrtis major und speciell die Einmündung des Astaboras in dieselbe, also Punkt 51* bei Schiaparelli:

1888	φ	λ
Mai 2	+16.93	293.78
4	+13.90	296.23
6	+13.11	293.46

Fleck 2, nördlichster Punkt des Coloe Palus:

Mai 2	+45.15	289.43
6	+41.71	295.14
7	+40.27	300.59

Fleck 3, an der genau entsprechenden Stelle zeigt die Schiaparelli'sche Karte keinen Fleck:

Mai 7	+15.45	271.64
-------	--------	--------

Fleck 4, Gegend zwischen Oenotria und Japygia:

Mai 7	-7.90	293.63
-------	-------	--------

Fleck 5, Stygia Palus:

Mai 13	+28.11	197.97
--------	--------	--------

Fleck 6, Eunostos:

Mai 13	+25.60	223.72
--------	--------	--------

Fleck 7, Cyclopus:

Mai 13	+2.02	219.50
--------	-------	--------

Die Differenzen zwischen den Breitenbestimmungen eines und desselben Flecks betragen im Maximum 5°, die Längendifferenzen 11°. Derartige Unterschiede sind durchaus nicht auffallend, wenn man bedenkt, wie wenig scharf meist die Marsflecke sind; zudem wird der Fleck durch den Mikrometerschraube fast völlig verdeckt, so dass man nicht immer sicher entscheiden kann, ob man genau dieselbe Stelle eingestellt hat, wie am Abend vorher. Bei Schiaparelli (§ 315) kommen, wenn man in beiden Coordinaten die Maximaldifferenzen von über 20° als durch unsichere Messungen hervorgerufen weglässt, sowohl in den Längen als auch in den Breiten Differenzen bis zu 15° vor.

Den Mars habe ich achtmal gezeichnet und zwar April 15, Mai 2, 3, 4, 6, 7, 8 und 13. Die auf den Zeichnungen sichtbaren Flecke sind auf der beiliegenden Kartenskizze, wenn auch nur in ihren Hauptzügen, dargestellt; eine Wiedergabe der Abbildungen selbst muss einer späteren Publication in den Annalen der Strassburger Sternwarte vorbehalten bleiben. Die an den Tagen Mai 2–8 einschliesslich gemachten Zeichnungen zeigen sämtlich die Syrtis major und ihre Umgebung; die letzte derselben ist ungefähr zur gleichen Zeit entworfen, wie die von Herrn Perrotin in den Comptes Rendus tome CVII pag. 162 veröffentlichte. Den breiten dunkeln Fleck, welcher auf der Perrotin'schen Marszeichnung den Continent Libya durchschneidet, habe ich in dieser Gestalt nicht wahrgenommen, wohl aber eine sehr starke Verbreiterung der Syrtis major gegen den Continent Libya hin, wie solche auch von Schiaparelli beobachtet ist (Siehe: Himmel und Erde, Jahrgang I, Heft 1 pag. 12). Mai 7 habe ich auch die äusserste Grenze dieser Verbreiterung gegen Osten hin durch Messung

bestimmt und wenn auch dieser einzelne Werth mit einiger Ungenauigkeit behaftet ist, so ist er doch sicher genug, um einen ungefähren Anhalt zu geben. Ueber dem Continent Libya selbst schien mir an den Tagen Mai 6, 7 und 8 ein leicht grauer Ton zu liegen, so dass er nicht ganz so hell erschien, wie sonst die Continente. Mai 7 und 8 war ein

Strassburg E., 1888 October.

Quelques remarques sur l'origine des météores.

Par *Th. Bredichin*.

Les personnes qui auront la patience de feuilleter les Annales de l'Observatoire de Moscou, y verront que je revenais de temps en temps à l'idée que la formation des queues anomaes (dirigées vers le soleil) nous présente l'acte même de la transformation d'une partie de la masse cométaire en essaims de météores [voir: 1877, Annales, vol. III, livr. 2, pag. 41; 1879, V.2, pag. 59-60, 139; 1881, VII.2, pag. 62-63; 1883, IX.2, pag. 72, où je donne une compilation des formules exactes pour le calcul des orbites des corpuscules constituant les queues anomaes et je les applique à la comète 1882 II; 1884, X.1, pag. 93].

En 1885 (Annales, 2. série, vol. I, livr. 1, pag. 68) on applique déjà ces formules à la queue anomaale de la comète parabolique de 1844, et je montre que les corpuscules du bout de cette queue se mouvaient dans l'orbite elliptique, ayant le demi-grand axe $A = 7.4$ (l'unité est la distance terre-soleil) et le temps périodique $T = 20$ ans.

Les queues anomaes, — pour la plupart à peine visibles, — d'après mes recherches doivent consister en corpuscules relativement trop grands et trop pondérables pour être emportés dans la queue normale et qui sont mus par la force ordinaire newtonienne après avoir reçu un choc, une impulsion (vers le soleil) de la part des effluves qui se transportent dans la queue normale, étant animés de la force répulsive.

Or, dans plusieurs comètes ces effluves peuvent agir sur des corpuscules pareils sans produire chaque fois un appendice anomal assez clair pour devenir accessible à l'observation.

Donc, les queues anomaes, et en général les éjections des corpuscules vers le soleil peuvent être regardées, — d'après ma théorie, — comme les sources des météores. Je suis occupé à présent à exposer cette théorie dans tous ses détails; pour le moment je veux montrer seulement comment les éjections en question, provenant même d'une comète parabolique, peuvent engendrer des courants météoriques à répétition annuelle.

Pour la valeur numérique de l'impulsion j'adopte en moyenne $g = 0.1$, — comme on le verra dans nos Annales —; la direction de l'impulsion d'une série de corpuscules fait avec le rayon vecteur un angle G (+ en arrière et — en avant de ce rayon, par rapport à son déplacement). Les formules du calcul, — très élémentaires d'ailleurs, — se trouvent entre autres dans les Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani (vol. XII, pag. 4-6).

Prenons une comète moyenne, pour ainsi dire, dont

weisser Fleck nahe dem vorangehenden Rande zu sehen, der nur ein Geringes weniger hell war als der Polarfleck. Mai 13 lag ein intensiv heller Fleck unmittelbar am vorausgehenden Rande, ja er ragte scheinbar über diesen hinaus. Seinen Positionswinkel habe ich um $13^h 59^m$ Sternzeit zu $338^{\circ}00$ bestimmt.

la distance périhélie est $q = 0.5$. On s'aperçoit facilement que dans une certaine position du noyau avant le périhélie, les éjections de tous les angles G entre $\pm 45^\circ$ donneront des orbites hyperboliques et par conséquent les corpuscules seront expulsés du système solaire.

Au périhélie, pour l'anomalie $v = 0$, dans la partie du cône d'éjection embrassant les angles G entre $+45^\circ$ et $+1.4$ les corpuscules suivront les orbites elliptiques, et l'on aura, par exemple, les valeurs suivantes des demi-grands axes A et des temps périodiques T :

1)	$G = +45^\circ$	$A = 3.67$	$T = 7.0$ ans
	$+30$	5.26	12.1
	$+20$	7.89	22.2
	$+1.4$	parabole	

et puis viennent des hyperboles.

Dans la gradation des temps périodiques entre 7 et 22 on voit déjà la possibilité pour la terre de rencontrer chaque année les uns ou les autres de ces corpuscules.

2)	Pour $r = 1$, $v = 90^\circ$		
	$G = +45^\circ$	$A = 3.67$	$T = 7.0$
	0	5.26	12.1
	-43	parabole	
	-45	hyperboles	

3)	Pour $r = 1.5$, $v = 109.5^\circ$		
	$G = +45^\circ$	$A = 4.59$	$T = 9.9$
	0	5.60	13.2
	-45	34.50	203.5

On voit qu'à chaque point de l'orbite du noyau, — tant que les éjections sont en jeu, — on aura, dans le plan de l'orbite cométaire et hors de lui, un faisceau d'orbites des corpuscules, présentant la même possibilité des rencontres annuelles avec la terre. Toutes ces orbites provenant de différents points de l'orbite cométaire, ne sont nullement parallèles et par conséquent la radiation des météores ne se réduira pas à un seul point du ciel, mais devra embrasser toute une aire plus ou moins considérable. La construction des orbites explique aussi le déplacement du point de radiation par rapport aux étoiles.

Je me contente ici de ces remarques générales; quant aux détails, ils sont trop prolifiques pour ces pages, et on les trouvera dans mon mémoire qui est sous presse dans le Bulletin de la Société des Naturalistes de Moscou.