



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

102. Die Bahnen der Sternschnuppen im Weltraume

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

durchlaufenen Weges und ihre wahre Geschwindigkeit berechnen, vorausgesetzt, dass die Entfernung des Meteors vom Beobachter bekannt ist. Die Zeit vom Aufleuchten einer Sternschnuppe bis zu ihrem Erlöschen beträgt im Durchschnitt nur  $\frac{1}{2}$  Secunde, der (für eine mittlere Höhe von 15 Meilen) berechnete wahre Weg ergiebt sich im Durchschnitt gleich 40 000 bis 60 000 m, also eine Geschwindigkeit von 80 000 bis 120 000 m in der Secunde, eine Geschwindigkeit, welche die oben auf Seite 258 besprochene parabolische Geschwindigkeit weit übersteigt, was aber wohl nur daher rührt, dass man entweder die Dauer der Erscheinung zu kurz oder die scheinbare Bahn zu lang geschätzt hat. Jedenfalls geht daraus hervor, dass die wahre Geschwindigkeit, mit welcher die Sternschnuppen in die Erdatmosphäre eintreten, nicht merklich geringer ist als die parabolische Geschwindigkeit.

Aus der beobachteten Lichtstärke einer Sternschnuppe kann man auf ihre Masse schliessen, wenn ihre Entfernung bekannt ist. A. Herschel hat dies für einige Sternschnuppen ausgeführt, welche gleichzeitig an verschiedenen Orten Englands in den Nächten vom 9. und 10. August 1863 beobachtet worden waren, und folgende Resultate gefunden:

Glanz wie Jupiter . . .	2996	Gramm,
"    "    Sirius . . .	358	"
"    "    Wega . . .	29	"
"    " $\alpha$ Persei . . .	6	"

Da die Lichtstärke der meisten Sternschnuppen aber weit unter dem der oben angeführten hellen Gestirne steht, so wird ihre Masse auch nur Bruchtheile eines Grammes betragen. Die Dichtigkeit der Meteorschwärme, selbst zu Zeiten, wo sie das Maximum der Sternschnuppen liefern, ist immerhin eine äusserst geringe. Nach den Berliner Beobachtungen des Novemberschwarmes von 1867 beträgt für die Zeit des Maximums der Sternschnuppenzahl der Abstand je zweier benachbarter Meteore 15 bis 20 geographische Meilen und nach den in demselben Jahre zu Washington und Richmond angestellten Beobachtungen des Sternschnuppenfalles vom 13. auf den 14. November kommt je ein Meteor auf einen Raum von ungefähr 14 000 (geographischen) Cubikmeilen.

102 Die Bahnen der Sternschnuppen im Weltraume. Um die periodischen Sternschnuppenfälle zu erklären, muss man annehmen, dass die entsprechenden Meteoritenschwärme geschlossene Ringe bilden, in welchen sie nach den Kepler'schen Gesetzen um die Sonne laufen und welche an bestimmten Stellen die Erdbahn schneiden. Früher nahm man an, dass diese Meteoritenbahnen planetarischer Natur, dass sie also wenig excentrische Ellipsen seien. Genauere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass diese Annahme unhaltbar sei, indem die Geschwindigkeit, mit welcher die Meteorite der Erde begegnen, eine viel bedeutendere ist, als sie nach der planetarischen Hypothese sein könnte.

Genauere Untersuchungen haben nun gezeigt, dass die Bahnen der Meteoriten, welche uns die periodischen Sternschnuppen bringen, langgestreckte Ellipsen sind, welche die Erdbahn in einem ihrem Perihel nahen Punkte schneiden und welche ihrer ganzen Ausdehnung nach mehr oder minder dicht mit Meteoriten besetzt sind.

Wie wir aber bereits in §. 88 gesehen haben, fällt eine sehr excentrische elliptische Bahn in der Nähe ihres Perihels so nahe mit der parabolischen des gleichen Brennpunktes und des gleichen Perihels zusammen, dass man an dieser Stelle ohne merklichen Fehler die Parabel für die Ellipse substituiren, also als erste Annäherung eine parabolische Bahn der Meteoriten berechnen kann.

Eine Parabel ist bestimmt, wenn ihr Brennpunkt, ein Punkt der Curve und die Richtung der Tangente gegeben ist, welche in diesem Punkte die Parabel berührt. Diese Data lassen sich nun in der That, parabolische Bahnen überhaupt vorausgesetzt, für die bei periodischen Sternschnuppenfällen auf die Erde stürzenden Meteorite ermitteln. Die Sonne nämlich bildet den Brennpunkt der parabolischen Bahn; ein Punkt derselben ist die Stelle, welche die Erde zu der Zeit einnimmt, in welcher der Sternschnuppenschwarm dieselbe trifft. Die Richtung der diesem Punkte der Meteoritenbahn entsprechenden Tangente ergibt sich, wenn der Radiationspunkt für den Sternschnuppenfall bekannt ist. Eine vom Radiationspunkte zu der Stelle gezogene Linie, welche die Erde in dem fraglichen Momente einnimmt, ist die Richtung, in welcher die Meteorite auf die Erde zu stürzen scheinen, es ist die Richtung der relativen Bewegung der Meteorite gegen die Erde. Aus dieser relativen Richtung kann man aber die absolute Richtung im Weltraume bestimmen, in welcher sie auf die Erde treffen.

In Fig. 160 (a. f. S.) sei z. B. *S* die Sonne, *abc* die perspectivisch gezeichnete Erdbahn, auf welcher die Stellen bezeichnet sind, in welchen sich die Erde zu Anfang eines jeden Monats befindet. In *a* befindet sie sich zur Zeit des Sommer-, in *c* zur Zeit des Wintersolstitiums, in *b* aber zur Zeit des Herbstäquinocitiums. Mit *o* und *g* sind die Stellen bezeichnet, welche die Erde zur Zeit des August- und des Novemberphänomens passirt. Der durch den Punkt *g* gelegte grosse Pfeil giebt die Richtung der Tangente an, welche man sich im Punkte *g* an die parabolische Bahn der Novembermeteore gelegt denken kann. Die durch die Sonne *S* und den Pfeil *g* gelegte Ebene ist die Ebene der Bahn der Novembermeteore, von welcher in unserer Figur nur das Stück *pgr* gezeichnet ist.

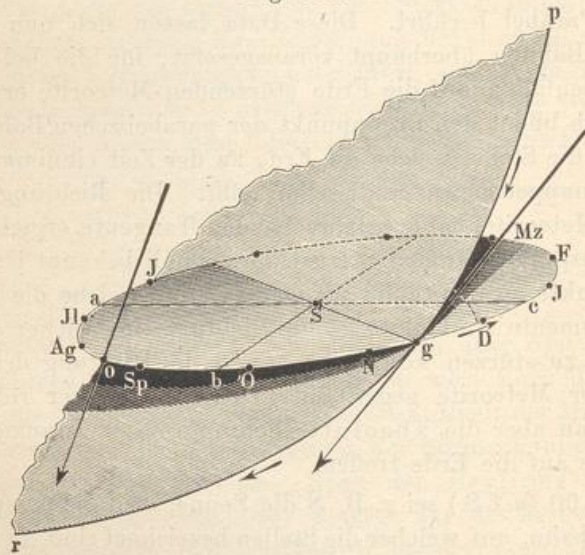
In gleicher Weise stellt der durch *o* gelegte Pfeil die Richtung dar, in welcher die Meteorite des Augustphänomens den Punkt *o* der Erdbahn passiren.

Folgendes sind nach Schiaparelli's Rechnung die Elemente der parabolischen Bahn der Perseiden:

Länge des Perihels . . . . .	343° 38'
Länge des aufsteig. Knotens . . . . .	138° 16'
Neigung der Bahn . . . . .	64° 3'
Periheldistanz . . . . .	0,964
Bewegung . . . . .	rüchläufig.

Da das Augustphänomen in jedem Jahre mit nahezu gleicher Intensität auftritt, so müssen wir annehmen, dass die Bahn der Perseiden ihrer ganzen Ausdehnung nach gleich dicht mit Meteoriten besetzt sein muss. Anders verhält es sich mit dem Novemberschwarm, für welchen nach 33,25 Jahren ein Maximum der Intensität auftritt. Es deutet dies darauf hin, dass eine Stelle des elliptischen Ringes weit dichter mit Meteoriten besetzt sein muss, als der übrige Theil desselben, und da

Fig. 160.



diese dichtere Stelle nach je 33,25 Jahren wieder zum Perihel zurückkehrt, so ist dadurch die Umlaufszeit der Leoniden gegeben.

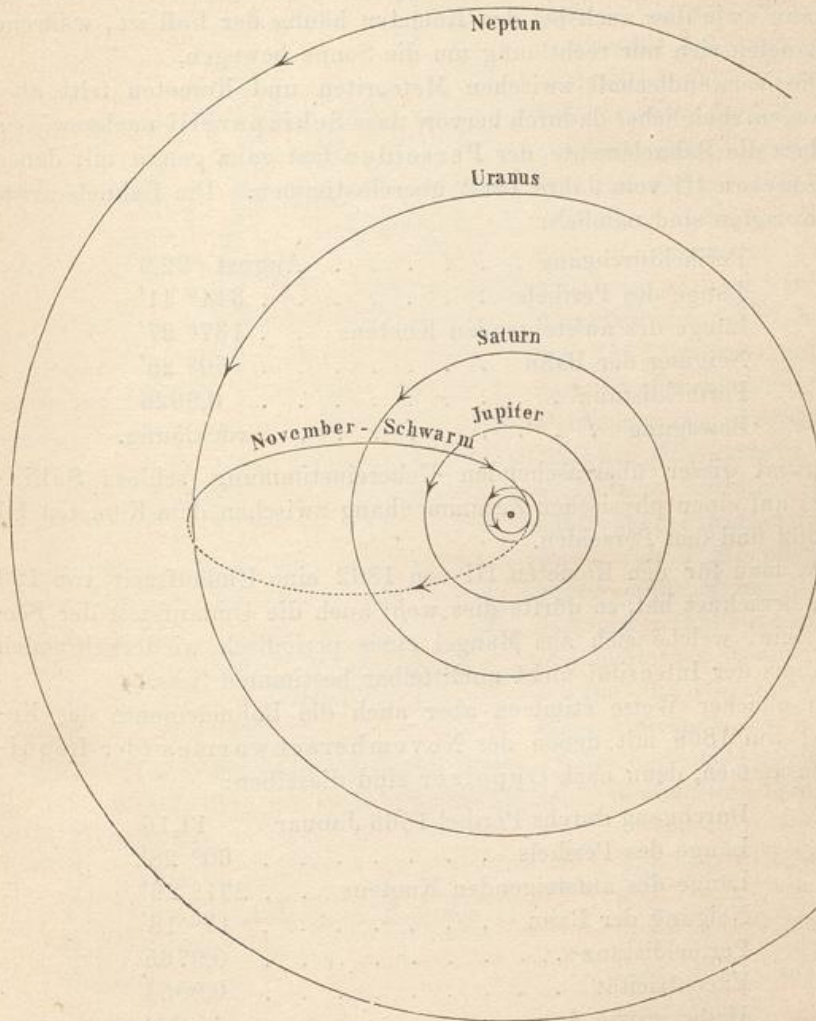
Ist aber ausser den Daten, deren man bedarf, um eine parabolische Bahn für einen Meteoritenschwarm zu berechnen, auch noch die Umlaufszeit desselben bekannt, wie dies für den Novemberschwarm wirklich der Fall ist, so lässt sich nach derselben die elliptische Bahn des Schwarmes berechnen. So sind nach Schiaparelli's Berechnung Folgendes die Elemente der elliptischen Bahn des Novemberschwarmes:

Periheldurchgang 1866 . . . . .	November	10,1
Durchg. durch den niederst. Knoten . . . . .	"	13,5
Länge des Perihels . . . . .		56° 25'
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .		231° 28'
Neigung der Bahn . . . . .		17° 44'
Periheldistanz . . . . .		0,9873

Excentricität . . . . .	0,9046
Halbe grosse Axe . . . . .	10,34
Umlaufszeit . . . . .	33,25 Jahre
Bewegung . . . . .	rückläufig.

Die Apheldistanz des Novemberschwarmes beträgt demnach 19,69 Erdweiten, sie ist also nur um wenig grösser, als die Entfernung des Uranus

Fig. 161.



von der Sonne. Nach den obigen Daten ist in Fig. 161 die Projection der Bahn des Novemberschwarmes auf die Ebene der Ekliptik gezeichnet, und zwar ist der Theil der Bahn punktiert, welcher südlich von der Ebene der Ekliptik, oder, wie wir sagen wollen, unter derselben liegt. Während also der Novemberschwarm in seinem niedersteigenden Knoten ganz nahe seinem Perihel die Erdbahn schneidet, liegt sein aufsteigender Knoten

sowohl wie auch sein Aphel der Uranusbahn sehr nahe; dagegen geht der Novemberschwarm weit über und unter der Saturns- und Jupitersbahn her. Wir sehen also, dass die Bahnen der Sternschnuppen in unserem Sonnensystem ganz gleicher Art mit den Kometenbahnen sind, nämlich parabolische Bahnen oder langgestreckte Ellipsen, deren Ebenen nicht immer in der Nähe der Ekliptik liegen, wie dies für die Planetenbahnen der Fall ist, sondern bedeutende Winkel mit derselben machen. Ferner sehen wir, dass die Bewegung der Sternschnuppen in ihren Bahnen rückläufig sein kann, wie dies auch bei den Kometen häufig der Fall ist, während alle Planeten sich nur rechtläufig um die Sonne bewegen.

Die Verwandtschaft zwischen Meteoriten und Kometen tritt aber noch augenscheinlicher dadurch hervor, dass Schiaparelli nachgewiesen hat, dass die Bahnelemente der Perseiden fast ganz genau mit denen des Kometen III vom Jahre 1862 übereinstimmen. Die Bahnelemente jenes Kometen sind nämlich:

Periheldurchgang . . . . .	August 22,9
Länge des Perihels . . . . .	344° 41'
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	137° 27'
Neigung der Bahn . . . . .	66° 25'
Periheldistanz . . . . .	0,9626
Bewegung . . . . .	rückläufig.

Auf Grund dieser überraschenden Uebereinstimmung schloss Schiaparelli auf einen physischen Zusammenhang zwischen dem Kometen III von 1862 und den Perseiden.

Da man für den Kometen III von 1862 eine Umlaufszeit von 123 Jahren berechnet hat, so dürfte dies wohl auch die Umlaufszeit der Perseiden sein, welche sich aus Mangel eines periodisch wiederkehrenden Maximums der Intensität nicht unmittelbar bestimmen liess.

In gleicher Weise stimmen aber auch die Bahnelemente des Kometen I von 1866 mit denen des Novemberschwarmes (der Leoniden) zusammen, denn nach Oppolzer sind dieselben:

Durchgang durchs Perihel 1866 Januar	11,16
Länge des Perihels . . . . .	60° 28'
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	231° 26'
Neigung der Bahn . . . . .	17° 18'
Periheldistanz . . . . .	0,9765
Excentricität . . . . .	0,9054
Halbe grosse Axe . . . . .	10,324
Umlaufszeit . . . . .	33,176
Bewegung . . . . .	rückläufig.

Das Bogenstück des Leonidenringes, welches dichter mit Meteoriten besetzt ist und welches nach je 33 bis 34 Jahren das Novemberphänomen in besonderem Glanze auftreten lässt, hat eine solche Länge, dass sein Durchgang durchs Perihel zwei bis drei Jahre dauert, so dass die reich-

licheren Sternschnuppenfälle des Novemberphänomens zwei bis drei Jahre hinter einander auftreten. Im Laufe der Zeit müssen aber die Meteorite, welche gegenwärtig noch an einer Stelle des Leonidenringes bedeutend dichter zusammengedrängt sind, als an dem übrigen Theil desselben, sich mehr und mehr gleichförmig über den ganzen Ring verbreiten, weil die inneren, der Sonne etwas näheren Meteorite des Ringes, bei etwas grösserer Geschwindigkeit den äusseren Partien des Schwarmes mehr und mehr

voraneilen, bis eine gleichmässige Vertheilung der Meteorite über den ganzen Ring erfolgt ist, wie wir selbe bei den Perseiden beobachten.

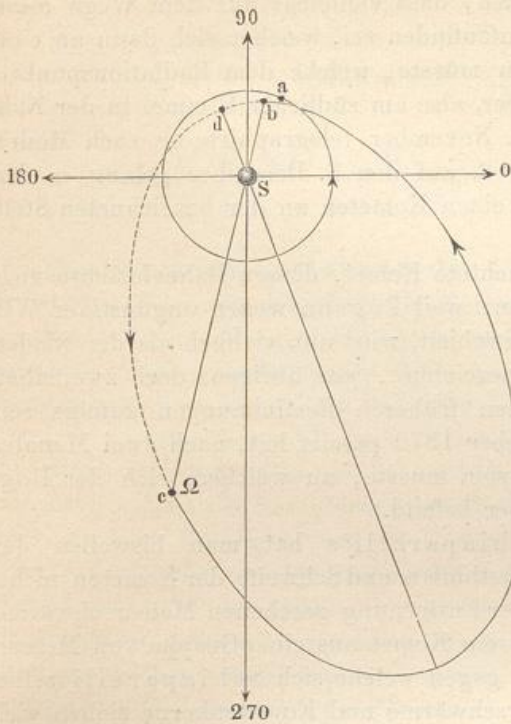
Eine schöne Bestätigung der Theorie von Schiaparelli war ein glänzender Sternschnuppenfall, welcher ganz unerwartet in den Abendstunden des 27. November 1872 eintrat und welcher an verschiedenen Orten Deutschlands, Frankreichs, Italiens, Englands u. s. w. beobachtet wurde. Galle zählte auf der Breslauer Sternwarte von 6<sup>h</sup> 20' bis 7<sup>h</sup> 50'' gegen 3000 Meteore; Heis in Münster zählte deren 2200 in 53 Minuten u. s. w.

Der Radiationspunkt dieser Meteore wurde in übereinstimmender Weise in der Nähe des Sternes  $\gamma$  der Andromeda gefunden, wonach Bruhns folgende parabolische Elemente dieses Sternschnuppenfalles berechnete:

Länge des Perihels . . . . .	108° 55'
Länge des aufsteigenden Knotens . . . . .	245 55
Neigung der Bahn . . . . .	15 11
Periheldistanz . . . . .	0,854 Erdweiten
Bewegung . . . . .	rechtläufig.

Diese Elemente sind so nahe mit den entsprechenden Elementen des Biela'schen Kometen (S. 233) übereinstimmend, dass der fragliche Sternschnuppenfall ohne Zweifel von einem Meteorschwarm herrührt, welcher in der Bahn des Biela'schen Kometen die Sonne umkreist. Durch Fig. 162 soll dies anschaulicher gemacht werden. Der um  $S$  gezogene Kreis stellt die Erdbahn, die Ellipse stellt die Projection der fraglichen

Fig. 162.



Kometenbahn auf die Ebene der Ekliptik dar. Die Stelle, welche die Erde am 27. November einnimmt, ist mit  $a$  bezeichnet;  $bc$  ist die Knotenlinie der Kometenbahn, und zwar ist  $c$  der aufsteigende Knoten des Biela'schen Kometen,  $d$  ist das Perihel desselben. Am 27. November ging also die Erde so nahe an der Bahn des Biela'schen Kometen vorüber, dass sie bei einigermaassen grossem Querschnitt des Meteorschwarms von den äusseren Stücken desselben getroffen werden konnte.

Gleich nach dem Sternschnuppenfall vom 27. November 1872 kam Klinkerfues auf den Gedanken, dass vielleicht auf dem Wege dieses Meteorschwarms ein Komet aufzufinden sei, welcher sich dann an einer Stelle der Himmelskugel finden müsste, welche dem Radiationspunkt  $\gamma$  Andromedae diametral gegenüber, also am südlichen Himmel in der Nähe von  $\vartheta$  Centauri liegt. Am 30. November telegraphirte er nach Madras und schon in der Nacht vom 2. auf den 3. December gelang es dem dortigen Astronomen Pogson, einen Kometen an der bezeichneten Stelle aufzufinden.

Dieser von Pogson beobachtete Komet, dessen Bahnelemente nicht haben berechnet werden können, weil Pogson wegen ungünstiger Witterung nur zwei Beobachtungen erhielt, wird nun vielfach als der wiedergefundene Biela'sche Komet bezeichnet, was übrigens doch zweifelhaft erscheint, da dieser Komet den früheren Bestimmungen zufolge sein Perihel in  $d$  bereits am 6. October 1872 passirt hat, nach zwei Monaten also schon weit von dem Orte sein musste, an welchem sich der Pogson'sche Komet am 3. December befand.

Aus der Entdeckung Schiaparelli's hat man bisweilen den Schluss gezogen, als ob die Dunsthüllen und Schweife der Kometen nichts anderes seien, als die aus grosser Entfernung gesehenen Meteorschwärme, oder mit anderen Worten, dass ein Komet aus einer Gruppe von Meteorsteinen bestehe, eine Ansicht, gegen welche sich Schiaparelli selbst entschieden ausspricht. Meteorschwärme und Kometenkerne ziehen vielfach in gemeinschaftlichen Bahnen durch die Himmelsräume, während sich die Schweife rechtwinklig von diesen Bahnen entfernen. Ferner kann uns ein aus der Entfernung betrachteter Meteorschwarm nur durch reflectirtes Sonnenlicht sichtbar werden, während das Licht aller bis jetzt spectroscopisch untersuchten Kometen sich vorzugsweise als eigenes Licht erweist, wie wir es an glühenden oder elektrisch leuchtenden Gasmassen beobachten.