

## Leoniden - Meteoriten-Strom am 17./18.Nov. 1999 um 3<sup>00</sup>Uhr MEZ

Am 17./18.November wird um 3<sup>00</sup>Uhr MEZ das Maximum des im 33-jährigen Rythmus wiederkehrenden Leoniden-Schauers erwartet. Diese Abhandlung beschreibt die Herkunft, das Wesen und die Periodizität der Leoniden sowie die Möglichkeiten zur Beobachtung. Vorweg: Leoniden sind Meteoriten !

Inhalt:

- Was ist ein Meteorid und Meteorit ?
- Ursprung von Meteoriten
- Ursprung der Leoniden
- Periodizität der Leoniden
- Beobachtungen von Meteoriten
- Weiterführende Kontakte zum Thema

### • Was ist ein Meteorid und Meteorit ?

Definition: Ein Meteor ist der am Himmel beobachtbare Leuchtvorgang oder die auch mit Radargeräten erfaßbare Erscheinung.

Meteoriden sind feste Teilchen in unserem Sonnensystem, die zu klein sind, dass man sie als Kleinplaneten bezeichnen könnte.

Meteoriten sind schließlich die Körper, die in die Erdatmosphäre eindringen und unter Umständen auch den Erdboden erreichen.

Meteore, auch Sternschnuppen genannt, entstehen aus relativ kleinen Trümmern aus dem Weltall (oft nur so groß wie eine Erbse), die mit großen Geschwindigkeiten (bei den Leoniden sind es 72 Kilometer je Sekunde) in die Erdatmosphäre eindringen, durch den Luftwiderstand abgebremst werden und durch die Reibung an den Luftmolekülen verglühen. Zudem wird auch noch ein Luftschlauch entlang ihrer Bahn ionisiert (d.h. zum leuchten angeregt). Diese Leuchterscheinung nennen wir einen Meteor, das Teilchen, das diese Leuchterscheinung verursacht, einen Meteoriden = ein Teilchen mit der Fähigkeit ein Meteor zu werden.

Von der Erdoberfläche aus sehen wir im Normalfall einen solchen Meteor nur etwa 1/2 bis 1 Sekunde lang. War das Teilchen vor dem Eintritt in die Atmosphäre so groß wie ein Pflasterstein oder größer, dann kann ein Rest davon auf die Erdoberfläche als Meteorit niedergehen.

Aus dem Weltraum kommend stürzt täglich etwa 1.000 t bis 10.000 t extraterrestrisches Material in unsere Atmosphäre. Die Massen einzelner Meteoroiden liegen in dem weiten Bereich von kleiner  $10^{-16}$  g bis zu größer  $10^{+17}$  g.

Sternschnuppen entstehen beim atmosphärischen Abbremsen von Meteoroiden im Massenbereich  $10^{-3}$  g bis 10 g, entsprechend Durchmessern von nur 1 bis einige 10 mm.

# Leoniden

© Martin Schulte

## Zwei besondere Beispiele:

1. Am 26.07.1958 schlug ein 4,68 Kg Steinmeteorit bei Ramsdorf, hier in unmittelbarer Umgebung ein.
2. Am 10.08.1972 wurde in 60 Km Höhe ein 4.000 t schwerer Meteorit, der die Atmosphäre "nur" gestreift hatte, radartechnisch nachgewiesen.

## • Ursprung von Meteoriten

Meteoride sind kleine beziehungsweise kleinste Teilchen extraterrestrischen Materials, als "Abfallprodukte" von Kollisionen und Auflösungserscheinungen von größeren Objekten entstanden.

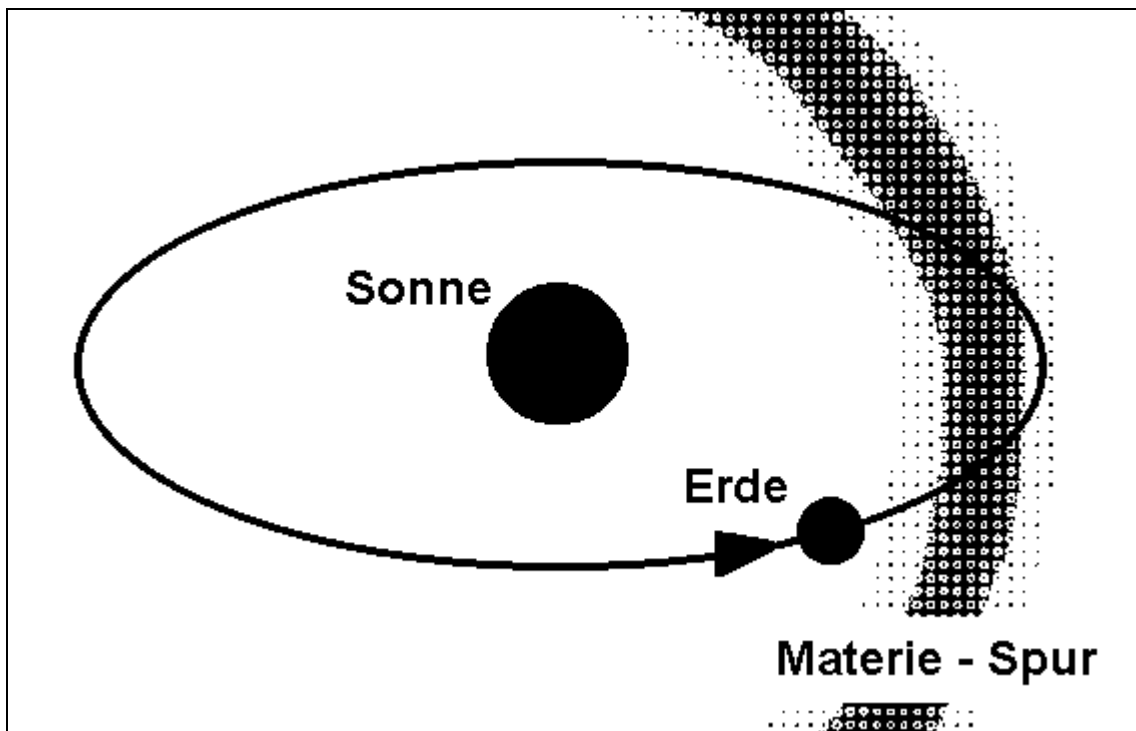
Abgesehen von den im Folgenden betrachteten Meteoriden-Strömen, also den Anhäufungen von Meteoriden, kommen die vereinzelt Meteoriden selbst relativ planlos vor.

Anders sieht es bei Meteoriden-Strömen aus.

Deren Ursprung geht auf konkret nachweisbare "Verursacher" zurück. Und zwar sind es Kometen, die beim Flug durch unser Sonnensystem eine Spur von Materie (Trümmer) hinterlassen, ähnlich einem LKW mit Sand, der ständig Sand verliert.

Wenn nun die Erdbahn (um die Sonne) diese Spur der Hinterlassenschaft kreuzt, prallen die Teilchen dieser Spur konzentriert und aus einer Richtung gebündelt auf die Erdatmosphäre. Oder umgekehrt betrachtet, prallt die Erde (mit Ihrer Atmosphäre) mit einer Seite direkt auf diese Spur.

Das Ergebnis ist dann eine starke Zunahme von beobachtbaren Sternschnuppen, die zeitlich und örtlich begrenzt ist, und zwar solange, bis die Erde diese Spur durchflogen hat.



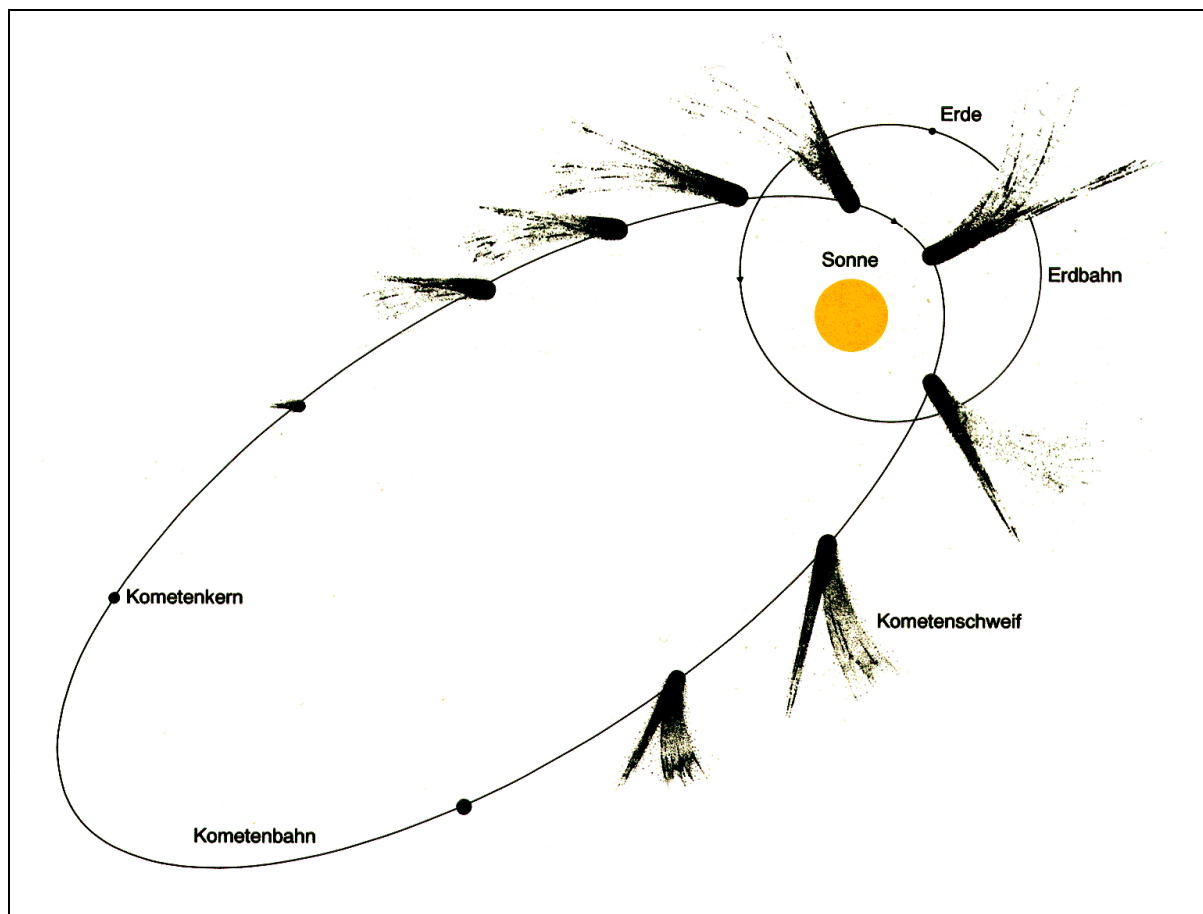
# Leoniden

© Martin Schulte

Kometen sind sind Objekte, deren Ursprung in der Oortschen Wolke, in ca. 100.000 AE Entfernung (1 AE = 149,6 Mill. Km , 100.000 AE = 1,58 Lichtjahre) liegt. Die höchste Konzentration von Kometen und Eiskörpern innerhalb dieser Oortschen Wolke ist im sog. Kuiper-Gürtel knapp "hinter" Neptun und Pluto zu finden.

Aufgrund ständig neuer Masseverhältnisse brechen Kometen und Eiskörper aus diesem Gebiet aus und umrunden das Zentrum unseres Sonnensystems nicht mehr kreisförmig, sondern auf parabolischen oder hyperbolischen Bahnen. Dabei kommen die Kometen natürlich auch in das Anziehungsfeld der Sonne, wo deren Bahnen dann abgelenkt werden und die Kometen auch in erdnahe Regionen kommen.

Kommen diese Kometen in die Nähe der Sonne, werden sie erwärmt. Der Kern aus Eis, Staub und anderen festen Materialien gibt nun aufgrund des Strahlungsdruckes der Sonnenenergie und der Ionisation einen Staub- und Ionenschweif ab, die von der Sonne weg gerichtet sind.



Beide Schweifarten überlagern sich, wenn die Entfernung zur Sonne noch groß genug ist. Mit weiterer Annäherung an die Sonne jedoch teilen sich diese beiden Schweife auf. Der Ionenschweif ist fast immer gerade von der Sonne weg gerichtet (da fast masselos), während nun beim Kurvenflug um die Sonne der Staubschweif immer mehr eine radiale Geschwindigkeitskomponente erfährt und dann gekrümmt wird. Dies ist auf typischen Fotos vom Halleyschen Kometen beziehungsweise dem Kometen Hale Bopp zu sehen.

# Leoniden

© Martin Schulte

---

Je näher der Komet zur Sonne kommt, umso ausgeprägter ist dann auch der Staubschweif und umso dichter ist dann die Spur des abgeblasenen extraterrestrischen Materials.

Kreuzt nun die Erdbahn den Bereich, wo sich vorher der Staubschweif eines Kometen befand, kommt es zu den oben beschriebenen vermehrten Meteoriten, Sternschnuppen, oder auch Meteoriten-Sturm beziehungsweise Meteoriten-Schauer genannt. Also eine Kollision mit dem Abfall eines Kometen.

- **Ursprung der Leoniden**

Leoniden, Geminiden, Perseiden ... woher kommen diese Namen ?

Als Ausgangspunkt stellen wir uns eine nächtliche Autofahrt im Winter vor.

Bei leichtem Schneefall schweben die Schneeflocken langsam zu Boden. Wenn wir nun mit relativ hoher Geschwindigkeit, zum Beispiel 100Km/h durch diese Schneeflocken fahren, scheint es so, als würden die Schneeflocken alle von vorn aus der gleichen Richtung kommend auf uns zufliegen.

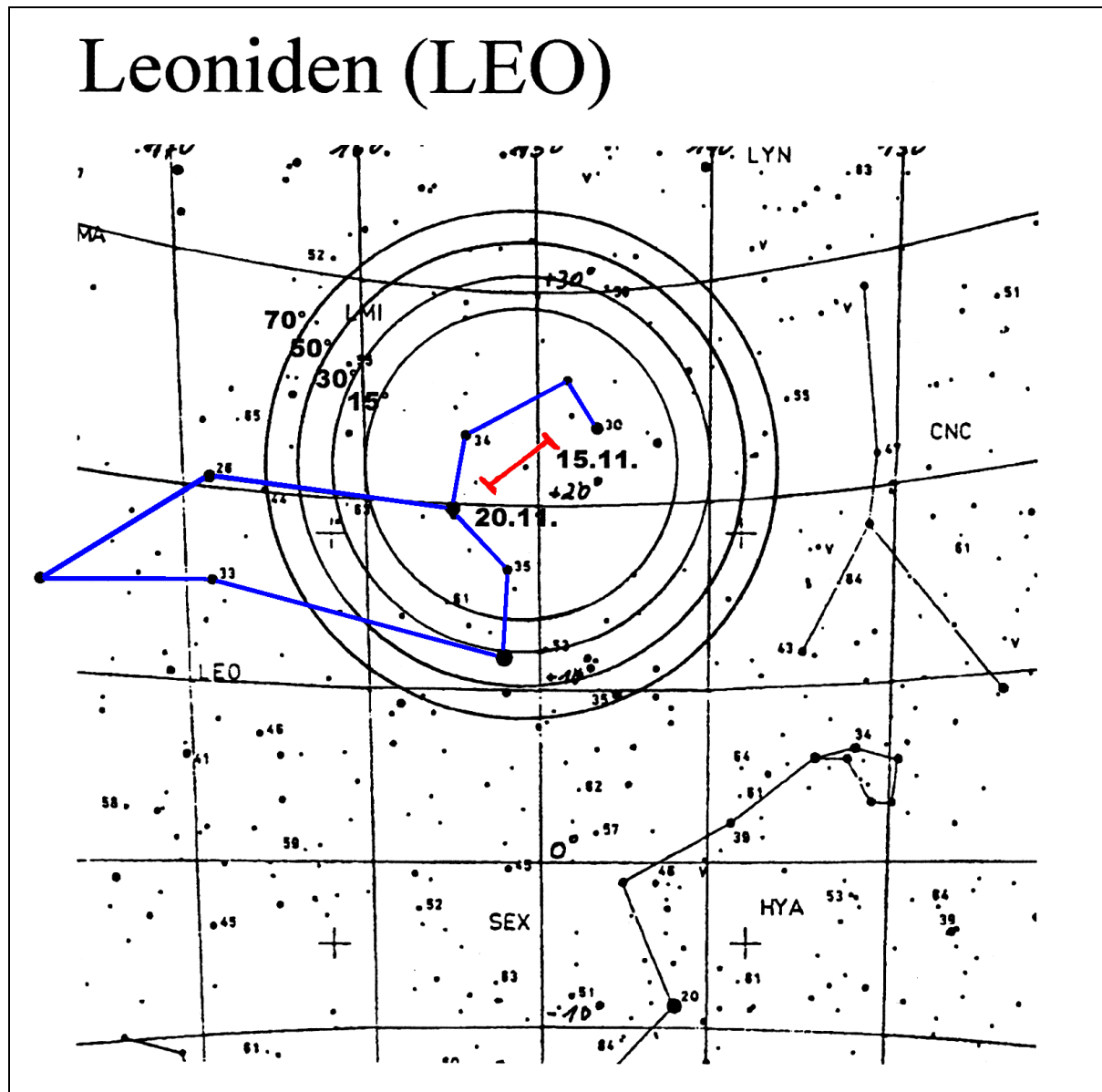
Es grenzt schon fast an optische Täuschung, wenn man dabei für die "anfliegenden" Schneeflocken sogar einen gemeinsamen Ursprung ausmachen kann. Dabei ist es nur ein Zusammenspiel von Geschwindigkeit und Eigenbewegung gegenüber anderen Objekten.

Prallt nun die Erde auf die oben beschriebene Materie-Spur, die ein Komet hinterläßt, scheint es so, als kämen die aufschlagenden Partikel alle aus dem gleichen Ursprung.

Stehen nun bestimmte Sternbilder genau dahinter, scheint es so, als kämen diese Partikel "aus" dem jeweiligen Sternbild.

Bei den Leoniden steht eben das Sternbild des Löwen = Leo gerade hinter diesem scheinbaren Zentrum. Bei den Geminiden das Sternbild Zwilling = Gemini, bei den Perseiden das Sternbild Perseus, und so weiter.

Das scheinbare Zentrum, der Fluchtpunkt, wird auch als Radiant bezeichnet.



- **Periodizität der Leoniden**

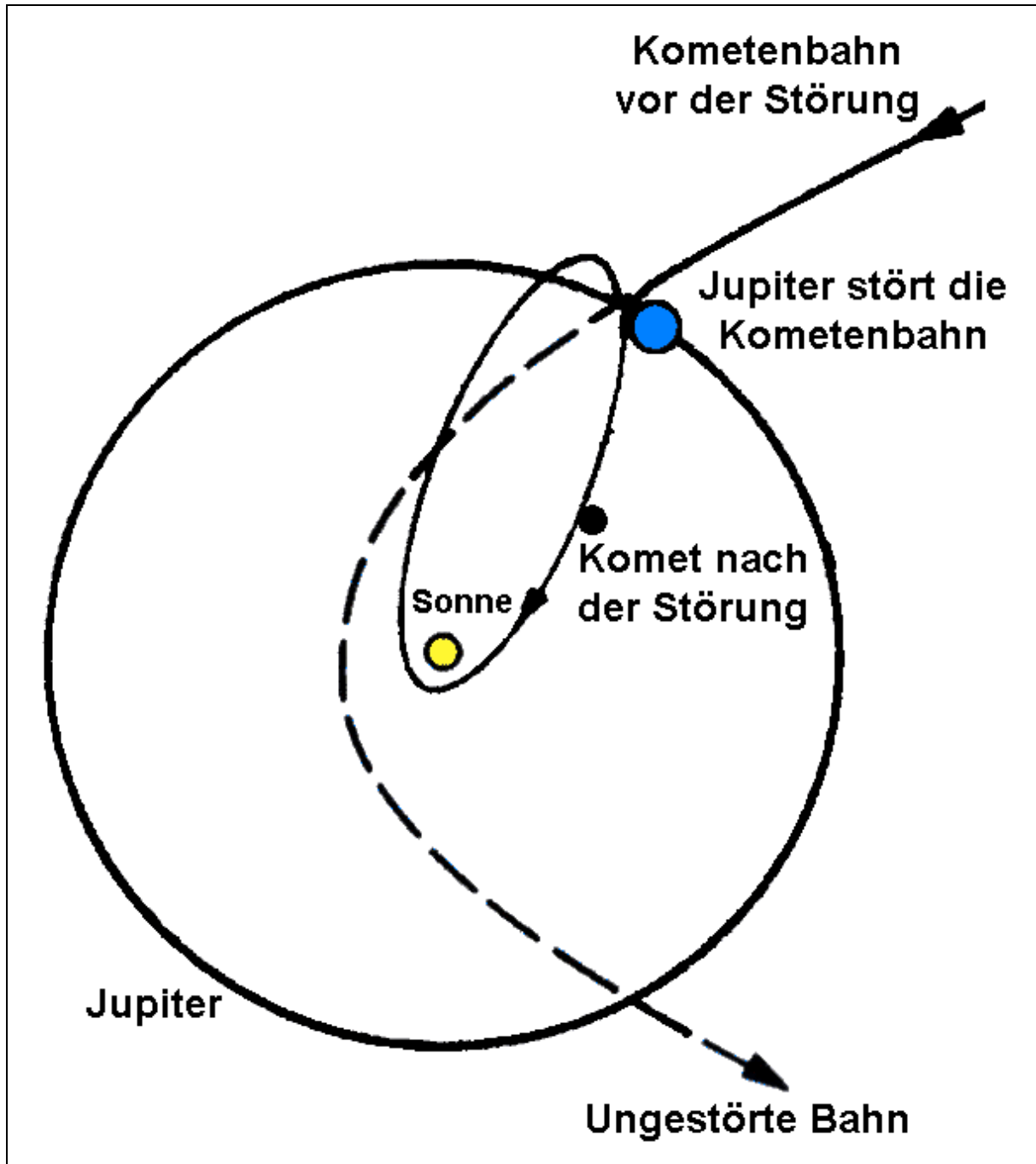
Fliegen die Kometen auf hyperbolischen Bahnen dann wieder von der Sonne weg, spricht man von langperiodischen Kometen, wobei die Zeit der Wiederkehr größtenteils noch unbekannt ist, wenn sie überhaupt wiederkehren.

Kommt jedoch ein Objekt auf dem Weg zur Sonne auch weiteren Planeten zu nahe, wird diese langgezogene Bahn gestört und kann sogar in eine Ellipse übergehen. Dies tritt bevorzugt dann ein, wenn die Objekte dem Jupiter zu nahe kommen.

Man spricht dann von der Jupiter-Kometenfamilie mit relativ kurzperiodischen Umläufen.

# Leoniden

© Martin Schulte



Ein Komet auf hyperbolischer beziehungsweise parabolischer Bahn wird bei seinem Flug durch den Jupiter derart in seiner Flugbahn gestört, dass sich als neue Flugbahn eine Ellipse zwischen Jupiter (oder kurz dahinter) und der Sonne ergibt.

Er kreist nun auf der neuen Flugbahn in kürzeren Zeitabständen.

Ein bekannter Komet, der dem Jupiter zu nahe kam, war Shoemaker-Levy 9, der im Juli 1994 durch den Jupiter eingefangen wurde. Shoemaker-Levy 9 zerbrach aufgrund der enormen Anziehungskraft in mehrere Teile, die dann auf den Jupiter stürzten. Die Einschläge waren derart gewaltig, dass sie sogar von der Erde aus mit Teleskopen beobachtet werden konnten.

# Leoniden

© Martin Schulte

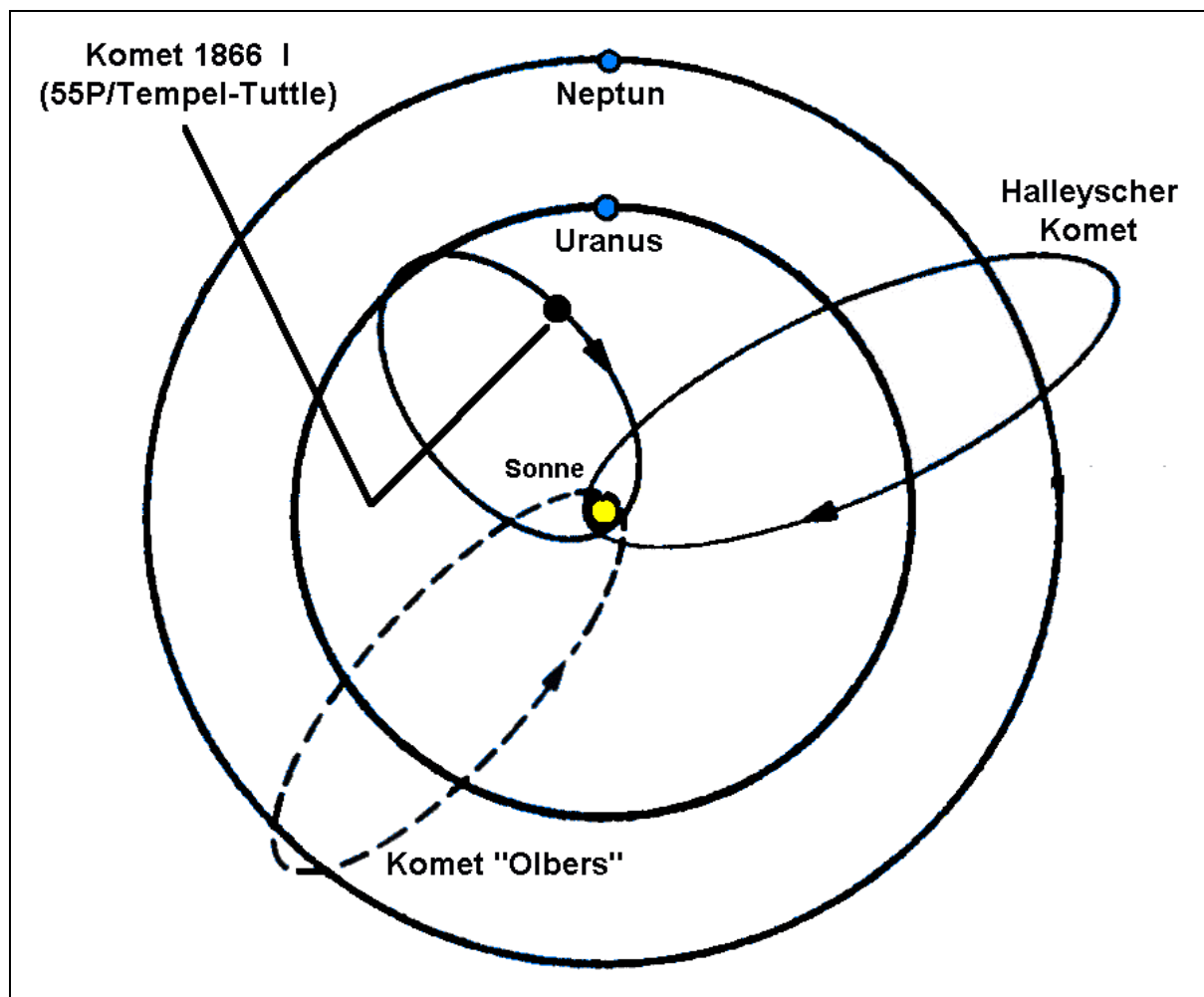
Wie oben beschrieben, können Kometen, die für die Meteoriden verantwortlich sind, im "inneren" unseres Sonnensystems eingefangen werden.

Diese Kometen haben nun relativ geringe Umlaufzeiten und ziehen auf Ellipsen ihre regelmäßigen Bahnen. Dabei sondern sie fortlaufen Materie ab, in Sonnennähe mehr als am äußeren Scheitelpunkt der Ellipse.

Die Berechnungen und Beobachtungen der wiederkehrenden Meteoriten-Schauer in Verbindung mit den Bahndaten der Kometen ergeben hier klare Zusammenhänge. Daher kann auch der Verursacher des Meteoriten-Schauers im November mit seinem regelmäßigen Maximum alle 33-34 Jahre eindeutig als 55P/Tempel-Tuttle identifiziert werden.

Die Bahndaten zu 55P/Tempel-Tuttle:

	P	q	e	$\omega$	$\Omega$	i	Q
Wert	32,9 J	0,982 AE	0,904	172°,6	235°,1	162°,7	19,6 AE
Bedeutung	Umlaufzeit	Abstand Perihel zur Sonne	numerische Bahnexzentrizität	Abstand des Perihels vom aufsteigenden Knoten	Länge des aufsteigenden Knotens	Neigung der Bahnebene	Abstand des Aphels von der Sonne



# Leoniden

© Martin Schulte

---

Wie wir nun sehen, ist der Ursprung und die Periodizität der Leoniden geklärt. Aber auch in den Zeiten zwischen den Maxima werden wir regelmäßig Leoniden beobachten können.

Das sind dann die Materiestücke auf der Kometenumlaufbahn älterer Umläufe, die alle 33-34 Jahre durch die Wiederkehr "aufgefrischt" werden.

Da erst in den letzten 150 Jahren diese Erkenntnisse gewonnen wurden und die nötigen Berechnungen erst in der Neuzeit mit Hilfe der modernen Datenverarbeitung erfolgen konnten, sind die Vorhersagen noch nicht 100%-ig zuverlässig.

Hinzu kommt noch, daß auch die Teile der Materie-Spur selbst eine gewisse Eigenbewegung aufweisen.

Zur Verdichtung der Zahlen wird hier auch die Hilfe der Amateurastronomen benötigt. Mehr dazu unter Punkt "Beobachtungen von Meteoriten".

## • **Beobachtungen von Meteoriten**

Zur Einleitung:

Im Jahre 1966 hatte eine Beobachtergruppe auf dem Kitt Peak in Arizona das Glück einen "echten" Meteorsturm zu sehen. In der ersten Stunde sah jeder Beobachter 33 Leoniden, in der zweiten Stunde waren es schon 192 je Beobachter, in der dritten Beobachtungsstunde sah jedoch jeder Beobachter schätzungsweise 150.000 Sternschnuppen in diesen 60 Minuten, das sind 2500 pro Minute bzw. 40 pro Sekunde. Ein einmaliges Schauspiel der Natur.

Welche Beobachtungen lohnen sich?

- Weitwinkel- (All-sky)-Fotografie: Bestimmung der maximalen Größe von Leoniden-Meteoroiden
- Ratenbestimmung während der gesamten Aktivitätsdauer nach IMO-Standard
- Helligkeitsdaten während der gesamten Aktivitätsdauer
- Spektroskopie von Meteoren
- Fotografie langandauernder Schweife (Aufnahmeserien mit Belichtungen von 10...30 Sekunden, je nach Helligkeit) - dazu lichtstarke Optiken und hochempfindlicher Film
- Spektroskopie langandauernder Schweife (Belichtungsbeginn möglichst unmittelbar nach dem Erscheinen des Meteors) - dazu lichtstarke Optiken und hochempfindlicher Film und ein Prisma oder Gitter. (Achtung: Das Spektrum erscheint nicht in "Geradeaus-Richtung" des Objektivs! Am besten vorher ausprobieren und z.B. Richtung durch Stab am Stativ markieren.)

Bleiben wir aber bei der reinen visuellen Beobachtung, da für jeden von uns nachvollziehbar.



# Leoniden

© Martin Schulte

---

Wie beobachtet man richtig ?

Grundvoraussetzungen:

Man benötigt als Hilfsmittel lediglich eine halbwegs genaue Uhr, eine bequeme Liege- oder Sitzgelegenheit und etwas zu schreiben. Zur Beleuchtung der Schreibgelegenheit, sollte man ein rotes, nicht blendendes Licht verwenden, um die Dunkelanpassung des Auges nicht zu stören.

Eine einzelne Person kann etwa ein Drittel des Himmels im Blick behalten. Suchen Sie sich ein Himmelsgebiet aus, daß von Ihrem Beobachtungsplatz möglichst vollständig sichtbar ist. Bäume, Sträucher, Berge oder Gebäude sollten möglichst wenig davon verdecken. Läßt sich kein entsprechend freier Himmelsteil finden, dann schätzen Sie den Prozentanteil der Bedeckung und notieren Sie ihn in den Beobachtungsnotizen.

Denken Sie auch daran, beim Aufziehen von Wolken ebenfalls eine entsprechende Notiz zu machen. Bei der Meteorbeobachtung sind alle Himmelsauschnitte gleich gut geeignet, eine Häufung der Meteore im Gebiet des Radianten findet nicht statt. Wenn möglich, wählen Sie einen Blickpunkt von  $50^{\circ}$ - $70^{\circ}$  über dem Horizont. Sie haben damit sowohl den Zenith, als auch den Horizont noch im Blickwinkel.

Notieren Sie die Richtung und Höhe Ihres Blickpunktes oder das beobachtete Sternbild, sowie die Uhrzeit. Lassen Sie sich nicht verleiten, möglichst überallhin gleichzeitig sehen zu wollen, und bleiben Sie für die Dauer der Beobachtung bei der anfangs gewählten Blickrichtung.

Einfache Beobachtung

Sobald ein Meteor im Blickfeld auftaucht, versuchen Sie einzuschätzen, ob Richtung und Geschwindigkeit dem zu untersuchenden Meteorstrom entsprechen. Läßt sich die Flugbahn gedanklich bis zum Radianten zurückverfolgen ?

In dem Fall machen Sie auf Ihrem Blatt einen Strich, sonst ein Kreuz. Das sollte Ihnen gelingen, ohne den Blick vom Himmel abwenden zu müssen. Schreiben Sie gelegentlich (etwa alle 5 Minuten) die aktuelle Uhrzeit auf und zählen Sie dann weiter. Auf diese Weise können Sie eine Veränderung der Häufigkeit später leicht nachvollziehen. Eine Uhr, die ein regelmäßiges Zeitsignal abgibt, kann dabei sehr nützlich sein.

Fortgeschrittene Beobachtung

Versuchen Sie zusätzlich die Helligkeit des Meteors abzuschätzen. Dabei können Sie sich an der Helligkeit einiger Standardsterne orientieren. Eine Unterscheidung auf eine Helligkeitsklasse ist dabei schon genug. Damit die geschätzte Helligkeit und Anzahl vergleichbar wird, sollten Sie vor Beginn der Zählung die Grenzhelligkeit Ihres Beobachtungsstandortes feststellen. Das ist die Helligkeitsklasse, die mit bloßem Auge gerade noch feststellbar ist. Am einfachsten gelingt das durch Beobachtung der Sterne in der Polregion.

# Leoniden

© Martin Schulte

---

Für die Amateurastronomen, die besonders wissenschaftlich arbeiten und an den Datensammlung mitarbeiten wollen, gibt es die Möglichkeit, detaillierte Beobachtungsberichte zu erstellen und an die IMO (s. u.) zu senden.

Diese Berichte sollten Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

- Name, Anschrift, Tel.-Nr. (ggf. Fax und eMail) des Beobachters
- Standort, Koordinaten incl. Höhenangabe (GPS)
- Uhrzeit UT (UT = MESZ - 2<sup>h</sup>) und Dauer der einzelnen Erscheinungen (Funkuhr)
- Anfangs- und Endpunkt der Leuchtspur, Koordinaten oder Skizze in Sternkarte
- Beschreibung der Erscheinung
  - Helligkeit
  - Farbe
  - Zerplatzen \*
  - Nachleuchten der Spur
  - Rauchfahnen \*
  - Geräusche \*
- Wurden Geräte zur Beobachtung benutzt
- Wetter und sonstige Umgebungsbedingungen

\* betrifft die sog. Boliden

Nun wird sich jeder fragen, ob von den Meteoriten allgemein irgendwelche Gefahren ausgehen.

Dies ist bereits oben schon erwähnt. Aber nicht nur wir Bewohner der Erde und die Erde selbst sind Gefahren ausgesetzt.

Am 27. und 28. April 1998 fand in Manhattan Beach, CA, USA, eine Konferenz zum Thema "Gefahren für Satelliten durch die Leonidenstürme" statt.

Während bei dem außerordentlich dichten Teilchenstrom der Leoniden 1966 nur wenige Satelliten im Orbit waren, sind jetzt über 500 z.T. komplizierte und große Satelliten im Einsatz.

Da die Leoniden-Teilchen mit 71 km/s in Erdnähe gelangen, können selbst verhältnismäßig kleine Partikel Schäden verursachen. Allerdings werden die Effekte weniger in Form von "Löchern" durch direkte Treffer erwartet, als vielmehr durch die Ausbildung eines Plasmas in der unmittelbaren Umgebung der Satelliten.

Eine Aufladung könnte für den Ausfall empfindlicher elektronischer Komponenten sorgen. Vorsichtshalber werden die Kontrollzentren der Satellitenbetreiber besetzt sein, um kurzfristig aufgrund aktueller Daten Lageänderungen oder Abschaltungen vorzunehmen.

# Leoniden

© Martin Schulte

---

Bereits bei den Perseiden 1993 war der Start eines Shuttle vorsichtshalber verschoben worden. Der Ausfall eines Olympus-Satelliten im August 1993 - genau beim Durchgang der Erde durch die Bahnebene des Kometen 109P/Swift-Tuttle - stellte sich ebenfalls als Störung der Elektronik heraus. Dieser Satellit war gerade zuvor wieder reaktiviert worden.

Übrigens ist die SOHO Sonnenforschungs-sonde hochgradig gefährdet. Es ergeben sich ziemliche Parallelen zum eben erwähnten Olympus. SOHO ist ebenso fast verloren gewesen und konnte schrittweise wieder aktiviert werden. SOHO befindet sich im Bereich des sogenannten L1-Librationspunktes, etwa 1.26 Millionen Kilometer innerhalb der Erdbahn. Die Bahn des Kometen 55P/Tempel-Tuttle verläuft aber gerade 1.20 Millionen Kilometer innerhalb der Erdbahn. Dadurch wird die SOHO-Sonde durch den dichtesten Abschnitt des Leoniden-Teilchenstromes hindurchgehen und für einige Stunden einem besonders hohen Risiko ausgesetzt sein.

## • Weiterführende Kontakte zum Thema

Wer sich mit den Leoniden speziell und den Meteoriten allgemein weiterführend beschäftigen möchte, findet im VDS die Fachgruppen "Meteore" und "Kometen".

Vereinigung der Sternfreunde e.V.  
c/o Otto Guthier  
Am Tonwerk 6  
64646 Heppenheim

Weiterhin gibt es die Möglichkeit, mit folgenden Institutionen Kontakt aufzunehmen:

International Meteor Organization IMO  
Friedenstraße 5  
14109 Potsdam

Arbeitskreis Meteore e.V.  
Berliner Straße 41  
14467 Potsdam

Zum Schluß noch zwei besondere Meteoriten-Einschläge:

- Am 30.06.1908 stürzte in Tunguska ein Meteor mit weitreichenden Schäden herab.  
Im Umkreis bis zu 65 Km wurden Bäume geknickt und verbrannt. Der Meteorit mit 100m Durchmesser explodierte in geringer Höhe kurz bevor er aufschlug.
- 1911 wurde in Ägypten das letzte "Todesopfer" durch Meteoriten-Schlag gemeldet. Es war ein Hund !!!