

# Comètes et astéroïdes : observation et détermination des orbites

Autor(en): **Behrend, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **51 (1993)**

Heft 256

PDF erstellt am: **16.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-898194>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



### Das Julianische Datum

Jeder Kalender, der die Mondphasen und/oder die Jahreszeiten einbeziehen will, erkaufte dies durch Schalttage oder Schaltmonate. Die Datumsrechnungen innerhalb eines solchen Kalenders, noch mehr aber Rechnungen, die Daten verschiedener Kalender miteinander verknüpfen sollen, werden unübersichtlich und sind voller Fehlerquellen. Zur eindeutigen Festlegung eines Zeitpunkts und zur Vereinfachung von Zeitintervalls- und Datumsrechnungen hat der gelehrte Franzose JOSEPH JUSTUS SCALIGER (1540 – 1609) ein Tageszählsystem aufgebaut.

Es heisst, SCALIGER habe seine Tageszählung "Julianisches Datum" zu Ehren seines Vaters so benannt, der ausgerechnet JULIUS CÄSAR SCALIGER hiess (oder sich so nannte: in Wirklichkeit war sein Familienname BORDONE). Eine andere Version führt diese Bezeichnung auf den Umstand zurück, dass SCALIGERS Jahre wie die im Julianischen Kalender  $365\frac{1}{4}$  Tage dauern. Den Ursprung seiner Tageszählung (die Chronologen bezeichnen einen solchen festen Zeitpunkt als *Epoche*, im Gegensatz zur üblichen Bedeutung dieses Wortes) setzte Scaliger auf den Mittag des 1. Januar 4713 v.Chr. Das ist ein Datum, das sich rein mathematisch aus den Perioden von SZ, MZ und Indiktion ergibt. (Der Mittag wurde gewählt, weil durch diese Festsetzung das Datum im Laufe einer Beobachtungsnacht nicht ändert. Die Chronologen verwenden das Julianische Datum auch, lassen den Tag aber um Mitternacht beginnen). Zurückgerechnet von dem aktuellen Wert der drei Zyklen ergab sich, dass alle im Jahr 4713 v.Chr. neu begonnen hatten. Das nächste Mal wird dies wieder für das Jahr 3268 gelten, denn eine ganze Julianische Periode dauert  $28 \cdot 19 \cdot 15 = 7980$  Jahre. Braucht man die reine Tageszählung von Scaliger, so ergeben sich keine Probleme. Man bezieht sich auf Weltzeit (IJT), weil ja diese Zeit mit Schaltsekunden dem effektiven Tag – Nacht Rhythmus angepasst wird. Als Beispiel: am Ostersonntag 1993, um 14 Uhr MESZ, begann der Tag JD = 2'449'089 (astronomisch).

### Scaligers Datierungssystem

Julianisches Datum (astronomisch) = JD = Nummer des Tages, gezählt vom Mittag des 1. Januar 4713 v. Chr. an.

Modifiziertes Julianisches Datum = MJD = JD – 2'400'000.5 = Nummer des Tages, gezählt von 0<sup>h</sup> UT des 17. Novembers 1858 an.

Julianisches Jahr = JJ = Nummer des Jahres im Julianischen Kalender, gezählt von 4713 v.Chr. an.

Julianische Periode = 7980 Jahre zu  $365\frac{1}{4}$  Tagen.

Schwieriger wird es, wenn man Jahre in diesem System zählen will. Sie werden als "Julianische Jahre" (JJ) bezeichnet, haben aber direkt mit dem von JULIUS CAESAR eingeführten Julianischen Kalender nichts zu tun. Scaliger lebte zwar noch im Julianischen Kalender, als er 1581 seinen Vorschlag veröffentlichte (der Gregorianische Kalender trat mit dem 15. Oktober 1582 in Kraft). Nun ist der Sonnenzyklus von 28 Jahren nur im Julianischen Kalender ohne Ausnahmen gültig (im Gregorianischen Kalender gibt es Verschiebungen in den Jahrhundertjahren, die nicht durch 400 teilbar sind), weshalb die Julianischen Jahre sich auch nur auf den Julianischen Kalender beziehen können: Gregorianisch angegeben endet z.B. die erste Julianische Periode am 22. Januar 3268.

Trotz der anfangs erwähnten Unhandlichkeit grosser Zahlen, die mit einer Tageszählung nicht vermieden werden können, hat sich das Julianische Datum sowohl in der Chronologie als auch in der Astronomie als äusserst nützlich erwiesen. Kalenderumrechnungen, Ephemeridenrechnungen, Datumsangaben bei Taschenrechnern und Computern werden durchgehend auf der Basis des Julianischen Tages ermittelt.

Wir sind wieder beim Anfang angelangt, bei der Tageszählung. Der Kreis hat sich geschlossen.

Der Autor dankt Herrn Hans Roth, Schönenwerd, für die redaktionelle Mitarbeit.

RENY O. MONTANDON  
Brummelstrasse 4, 5033 Buchs/AG

### Bibliographie

Heinz Zemanek, *Kalender und Chronologie*. Bekanntes und Unbekanntes aus der Kalenderwissenschaft. R. Oldenbourg-Verlag, 5. Auflage 1990; ISBN 3 486 20927 2.

Heinz Bachmann, *Kalenderarithmetik*, Juris-Verlag, Zürich 1984, ISBN 3 26005 035 3

Paul Couderc, *Le Calendrier*, Collection que sais-je? (203). Presses Universitaires de France, 5. Auflage 1981, ISBN 2 13 036266 4

Semjon I. Seleschnikow, *Wieviele Monde hat ein Jahr?*, Aulis Verlag, Deubner & Co., Köln, 2. Auflage, ISBN 3 7516 060 2

Explanatory Supplement to the Astronomical Ephemeris and the American Ephemeris and Nautical Almanac, 4. Auflage, 1977, ISBN 01 1 880578 9

Camille Flammarion, *Astronomie Populaire*, Paris 1879

F.K. Ginzler, *Handbuch der Mathematischen und Technischen Chronologie*. Das Zeitrechnungswesen der Völker (3 Bde.), J.C. Hinrichs'sche Buchhandlung Leipzig 1906 (Nachdruck 1958).

R. Montandon, *Ein ewiger Kalender*, ORION 248, Februar 1992, S. 18.

## Comètes et astéroïdes: observation et détermination des orbites

R. BEHREND

Exception faite de Neptune dont la position a été prédite avant d'être observée, la détermination des orbites des planètes, astéroïdes et des comètes peut être schématisé par la figure 1. Regardons le cas des astéroïdes récents.

La première phase est la découverte sur une photo d'une traînée ou bien, en auscultant plusieurs clichés, d'une «étoile baladeuse». En comparant les coordonnées ( $\alpha$ ,  $\delta$ ) avec celles des éphémérides des planétoïdes et comètes, on peut vérifier s'il s'agit bien d'un astre inconnu. Si c'est le cas et que l'on dispose de 3 observations au moins, une orbite préliminaire peut être calculée. En effet, une orbite est caractérisée par 6 paramètres. Se sont habituellement  $T$  = instant du périhélie,

<sup>1</sup> Texte de la conférence donnée à l'occasion de l'assemblée générale 1993 de la SAS à Granges (SO).



$e$  = excentricité,  $q$  = distance du périhélie et 3 angles  $\iota$ ,  $\omega$  et  $\Omega$  définissant le plan et l'orientation de l'orbite par rapport à l'écliptique muni du point vernal  $g$ .  $p$  est la direction du périhélie (figure 2). Il est peut-être plus facile de se rappeler qu'il faut la position et la vitesse d'un objet à une époque donnée pour tracer sa trajectoire dans l'espace.

Une fois cette orbite calculée, on tire des éphémérides tant dans le futur que dans le passé de la découverte. Arrive alors la phase d'observation. Deux recherches ont lieu simultanément: la première consiste en l'observation astrométrique systématique de l'astre sur plusieurs jours; pour la seconde, on regarde s'il existe déjà des observations d'astéroïdes inconnus proches de la trajectoire calculée. Comme on dispose de cette manière de plus d'informations sur les directions de l'astéroïde à plusieurs époques, le calcul des six paramètres orbitaux fournit des résultats plus précis. Si les observations sont étalées sur plusieurs années, l'orbite est vraiment très fiable et l'on peut presque parler d'orbite définitive. Néanmoins, on répète le calcul dès que le nombre d'observation s'est accru de manière notable, ou bien que les incertitudes sur les positions actuelles sont jugées trop grandes.

L'Observatoire Miam Glubs n'a pas encore eut la joie de fêter la découverte d'un astéroïde; par contre, il est actif dans les étapes de la partie cyclique. Pour cela, trois programmes pour PC ont été développés:

- Réduction astrométrique des clichés: on établit un système de coordonnées cartésien  $(u, v)$  sur un tirage du négatif. Les coordonnées  $(\alpha, \delta)$  des étoiles les plus brillantes figurent en principe dans des catalogues de type SAO, PPM, etc. Elles servent à faire le lien mathématique entre les coordonnées photographiques et célestes. Le passage se fait dans les deux sens: l'un pour avoir la position topocentrique  $(\alpha, \delta)$  de l'astéroïde et autres objets suspects et l'autre sert à regarder si d'autres astéroïdes et comètes connus figurent également sur le cliché, ainsi qu'à repérer toutes les étoiles et objets NGC+IC catalogués.
- Détermination des orbites. C'est certainement le programme ayant nécessité le plus de temps de développement. Le principe est néanmoins assez simple. On calcule la position de l'astéroïde pour chaque observation enregistrée. On en déduit les écarts en  $(\alpha, \delta)$  avec les positions mesurées. Ensuite, on varie un tout petit peu la valeur d'un paramètre orbital en conservant les autres constants. (En fait, pour des problèmes d'ordre numérique, on fait également le calcul avec la même variation, mais prise dans l'autre sens). On répète cette opération pour les autres paramètres. Une fois ces calculs faits, on peut utiliser la méthode des moindres carrés homotopiques pour obtenir les corrections qu'il faut apporter aux éléments afin que la nouvelle orbite satisfasse au mieux toutes les observations. Au passage, on profite du fait que les distances soleil-objet et objet-terre sont connues pour en déterminer les paramètres de luminosité. Pour être certain d'avoir une bonne solution, on répète l'ensemble de ces calculs à plusieurs reprises. Pour avoir des orbites précises, il faut bien entendu tenir compte des perturbations gravitationnelles, ainsi que non-gravitationnelles pour les comètes. Le nombre de calculs – assez petit pour une orbite képlérienne – devient rapidement astronomique en tenant compte des 8 planètes perturbatrices. Comme à chaque étape on fait 13 fois le calcul d'une trajectoire, l'emploi d'un ordinateur très performant et habilement programmé s'impose naturellement...

Un bel exemple de trajectoire fortement perturbée: la figure 3 montre les paramètres orbitaux de la comète P/Wild 4 de juin 1986 à janvier 1993. A mi-1987, selon l'orbite que nous avons déterminée, elle passait très près de Jupiter. L'excentricité et la distance du périhélie passèrent de  $(e, q) = (0.20, 3.38)$  à  $(0.41, 1.99)$ , ce qui permit à la comète de s'activer et d'être découverte... Elle avait déjà frôlé Jupiter en 1950 et le refera en 1999.

Fig. 1

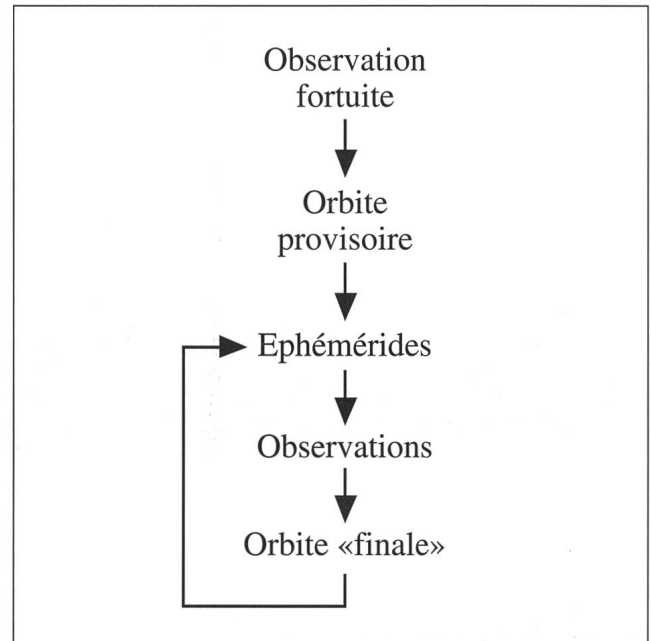
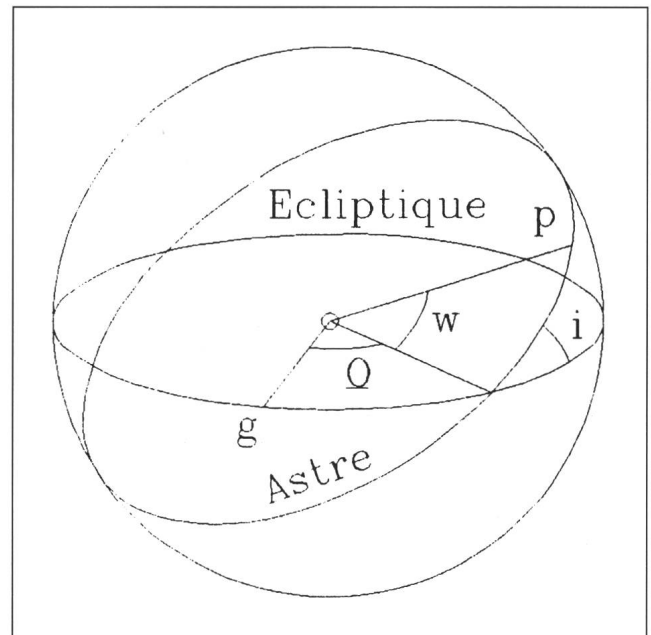
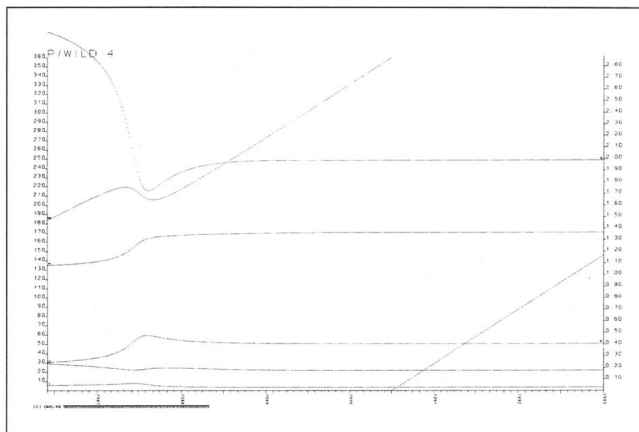


Fig. 2



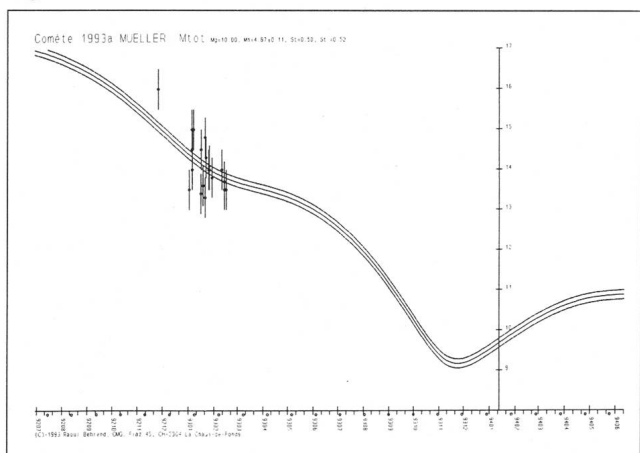
- Ephémérides: la partie qui intéresse le plus les amateurs. Pour chacun des astéroïdes et comètes de la bibliothèque (environ 4700), on peut tirer des éphémérides conventionnelles ainsi qu'une carte montrant la trajectoire de l'objet par rapport aux étoiles pour une observation visuelle par exemple.

Fig. 3



Exemple de le comète 1993a Mueller qui atteindra la magnitude 9 à fin novembre 93, tout en étant bien placée pour être observée depuis la Suisse. On prévoit à partir de 109 positions – tirées des MPC – réparties sur 83 jours l'orbite hyperbolique ( $e > 0$ ) suivante (équinoxe 2000):  $T = 1994-01-12.28 \pm 0.03$ ,  $\tau = 124.884 \pm 0.004^\circ$ ,  $\omega = 130.649 \pm 0.016^\circ$ ,  $\Omega = 144.725 \pm 0.008^\circ$ ,  $e = 1.00235 \pm 0.00023$ ,  $q = 1.93770 \pm 0.00054$ . La magnitude totale (figure 4) est estimée par  $M_{tot} = 4.87 + 10 \cdot \log(\Delta \cdot R)$  où  $\Delta$  et  $R$  sont les distances à la terre et au soleil en UA.

Fig. 4



Les démonstrations étant plus instructives qu'un long texte descriptif, des exemples pratiques seront traités lors de l'Assemblée générale de la SAS à Granges.

RAOUL BEHREND,  
Observatoire Miam Globbs, Fiaz 45,  
CH-2304 La Chaux-de-Fonds

# MEADE

## ED-apochromatische Refraktoren

zeigen Beugungsbilder wie aus dem Lehrbuch, die theoretisch mögliche Auflösung bei bestmöglichem Kontrast und dadurch feinste Rillen auf Mond und Wolken auf Planeten. Die stabile Präzisions-Montierung positioniert das Teleskop mit 8° pro Sekunde selbständig auf eines von 8000 gespeicherten Objekten. (Auch Planeten!) Permanenter 'SMARTDRIVE' (PPEC) und CCD-Anschluss selbstverständlich!

102mm / 4" F/9 ED/APO komplett  
133mm / 5" F/9 ED/APO komplett  
155mm / 6" F/9 ED/APO komplett  
180mm / 7" F/9 ED/APO komplett

Fr. 4995.-  
Fr. 5995.-  
Fr. 9980.-  
Fr. 12420.-

Mod. 1664 elektronische Nachführung  
Mod. 1667 Computer-Nachführung

Fr. 717.-  
Fr. 1342.-

Unverbindliche Einführungs-Preise! Montierung und Optik einzeln erhältlich.



Gratis-Katalog : 01 / 841'05'40

Autorisierte MEADE - JMI - LUMICON - Vertretung in der Schweiz:

E. AEPPLI, Loowiesenstr. 60, 8106 Adlikon



# CG-11

## Nichts kann Öffnung ersetzen

Öffnung  $\varnothing$  280mm (11"), Brennweite f - 2800mm

... solche Astrofotos allerdings gelingen Ihnen nur mit einem Instrument, welches auch bei grossen Öffnungen Zentimeter für Zentimeter exzellente optische Qualität bietet. Für diesen «kleinen Unterschied» ist



Celestron - Fotos: Tony Hallas / Daphne Mount

Celestron ja hinreichend bekannt! Doch auch die beste Optik ist stets nur so gut, wie ihre Montierung es zulässt. Und jeder, der etwas von Astrofotografie versteht, kennt die Anforderungen, welche in der Praxis an eine Montierung gestellt werden:

- Stabilität durch geringstmögliches Lagerpiel, extreme Steifigkeit und kürzeste Ausschwingzeiten
- Sichere Nachführung durch elektronisch optimierte Steuerung, präzise Mechanik und übersichtliche Bedienelemente
- Feldtauglichkeit durch kurze Aufbauzeit, schnellste Poljustierung und vom Stromnetz unabhängigen Betrieb

Die gelungene Kombination dieser Merkmale mit einer Optik der absoluten Spitzenklasse heisst CG-11 und kostet Fr. 11'900.—.

Preis freibleibend



### Celestron CG-11 Teleskop

Grundausrüstung incl. C-11 Optik (280/2800), Tubus, 1 1/4" Zenitprisma, 1 1/4" Ultima-Okular 30mm, Sucher 8x50, Montierung G-11 mit Schwalbenschwanz, Polsucher f. N/S-Himmel, Motorsteuerung in beiden Achsen, 2 Gegengewichte je 5kg, Säulenstativ, Koffer für Optik und Montierung.

Bitte Datenblatt anfordern!

Generalvertretung für die Schweiz:

**proastro**

**P. WYSS PHOTO-VIDEO EN GROS**

Dufourstr. 124  
8034 Zürich

Telefon 01 383 01 08  
Telefax 01 383 00 94