Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 36 (1978)
Heft: 169

Artikel: Koordinatenbestimmung mittels Berechnung der Dependenzen
Autor: Recicar, Jan
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899503

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Literatur und Anmerkungen:
1. ORION, Juni 1977 (Nr. 160) S. 95, «Ringsystem beim Planeten Uranus entdeckt».
2. Sterne und Weltraum, Mai 1977 (Nr. 5/77) S. 173, «Überraschung bei einer Sternbedeckung durch Uranus».
3. Sterne und Weltraum, September 1977 (Nr. 9/77) S. 293, «Uranus Ringe».
4. Sterne und Weltraum, Januar 1978 (Nr. 1/78) S. 24, «Weitere Beobachtungen der Uranus-Ringe».
5. Sterne und Weltraum, März 1978 (Nr. 3/78) S. 96, «Die schwarzen Ringe des Uranus».
6. Sky and Telescope, Mai 1977 (Vol. 53, Nr. 5) S. 331, «The rings of Uranus».
7. Sky and Telescope, Juni 1977 (Vol. 53, Nr. 6) S. 412, «Discovering the Rings of Uranus».
8. Sky and Telescope, September 1977 (Vol. 54, Nr. 3) S. 188, «Letters».
9. Sky and Telescope, August 1978 (Vol. 56, Nr. 2) S. 108, «New notes: More rings around Uranus».
10. L'Astronomie, April 1978 (Vol. 92) S. 157, «La découverte des anneaux d'Uranus».
11. The Astronomical Journal, August 1978 (Vol. 83, Nr. 8) S. 980—998.
12. Sternzeit, 3. Quartal 1978 S. 65, «Erste Theorien der Uranusringe».
13. Astrophysical Journal, 15. Dezember 1972 (Nr. 178) S. 887, «High-resolution imagery of Uranus obtained by Stratoscope II». Hier werden der Aufbau der Beobachtungsgeräte besprochen und die Ergebnisse ausführlich dargestellt. In der abschliessenden Zusammenfassung der Resultate finden sich aber noch keine Hinweise auf die Ringe.
14. Auch die Bedeckungsbeobachtungen wurden in einem Bereich des Spektrums durchgeführt, der den viel schwächeren Fixstern gegenüber Uranus «begünstigte» (620, 730, 850, 880 nm).
15. In unsern Abbildungen wurde die Rotationsachse von Uranus überall waagrecht gezeichnet. In Wirklichkeit ist die Äquatorebene des Planeten zu seiner Bahnebene um 98° geneigt, d. h. der Nordpol liegt leicht unter der Bahnebene. Die Achse erscheint uns demnach je nach der Stellung von Uranus mehr oder weniger geneigt.

Adresse des Verfassers:
ERICH LAAGER, Schlüchtern 9, CH-3150 Schwarzenburg.

Zeichnungen:
HANS BODMER, Postfach 1070, CH-8606 Greifensee.

Résumé

Le 10 mars 1978, une étoile de faible luminosité, SAO 158687 dans la constellation de la Balance, a connu une célébrité soudaine et éphémère. Occultée par la planète Uranus, cette étoile devait permettre d'obtenir de nouvelles informations sur le diamètre et l'atmosphère d'Uranus. Le résultat fut surprenant: à l'instar de Saturne, Uranus possède également un système d'anneaux, composé d'au moins cinq anneaux. On a calculé que jusqu'en 1980, douze occultations de faibles étoiles par Uranus vont se produire. La première, le 23 décembre 1977, a eu lieu dans des conditions peu favorables, mais elle a au moins confirmé l'existence des anneaux. La deuxième, le 10 avril 1978, a non seulement confirmé les cinq anneaux, mais a relevé la présence de quatre autres! Pour la description de ces anneaux, nous renvoyons le lecteur au texte allemand. W. M.

Koordinatenbestimmung mittels Berechnung der Dependenzen

von JAN RECICAR, Privatsternwarte Metzingen

Der beobachtende und fotografierende Astroamateur ist manchmal vor die Frage gestellt, welche relative Koordinaten irgendein neuer Himmelskörper P den er gerade fotografierte und beobachtete (ein Kleinplanet, Komet, Nova, Supernova, usw.), und den er eventuell selbst entdeckte, besitzt. Diese Frage wurde an einer Tagung des VdS in Würzburg nur streifend erörtert. Der Autor der vorliegenden Arbeit wird in einfacher und zugänglicher Form versuchen, diese Frage mittels Berechnung der Dependenzen zu beantworten. Unter Dependenzen verstehen wir das Flächenverhältnis einzelner Teil-Dreiecke zur Gesamtfläche aller Dreiecke. Im voraus ist zu bemerken, dass dieses einfache Berechnungsmethode möglichst genaues Messen der einzelnen Seiten der Dreiecke verlangt, bzw. der Verbindungslinien einzelner Bezugssterne mit dem Himmelskörper P, dessen Koordinaten wir suchen, und zwar mindestens auf 1/100 mm genau. Weiter ist es erforderlich, besondere Sorgfalt einer genauen Berechnung der erforderlichen Angaben zu widmen. Dabei ist es vorteilhaft, einen guten elektronischen Taschenrechner zu benützen. Wie wir bereits alle wissen, genaues Messen — und genaues Rechnen ist das Alpha und Omega aller astronomischer Arbeit. In unserem Falle wird das Ergebnis kaum einen Wert unterhalb 1'' besitzen, aber für die erste Orientierung ist es ausreichend. Im besonderen Fall — z.B. wenn wir einen neuen Himmelskörper entdeckt haben — lassen wir unser Astronegativ auf einer Fachsternwarte ausmessen, die ein Koordinatenmessgerät besitzt. Das erreichte Ergebnis unserer Mess- und Rechenarbeit ist eine schöne Belohnung für die angewendete Mühe.

Den Gang der Feststellung und Berechnung der Koordinaten des Körpers P können wir uns in folgendes Schema einteilen:

1. Wir fertigen eine Astroaufnahme des betreffenden Gebietes an, in dem sich der Körper P befindet, oder wir besitzen bereits so eine Aufnahme. Es ist entweder bereits ein bekanntes Objekt, bzw. unsere Entdeckung.
2. Vom Sternatlas suchen wir 3 geeignete Bezugssterne — Punkte 1, 2, 3 im Bild 1. aus, die ein Dreieck bilden, in dessen ungefährer Mitte unser Himmelskörper P liegt, dessen Koordinaten wir feststellen wollen.
3. Aus dem Sternatlas schreiben wir uns die rechtwinkligen Koordinaten der Bezugssterne 1, 2, 3 aus.
4. Wir entscheiden, ob wir unser Original-Astronegativ zur Ausmessung benützen (Astroplatten sind für diese Arbeit vorteilhafter), oder wir fertigen uns eine Kopie auf eine Fotoplatte an eventuell zweckmässig vergrössert, besonders dann, wenn das Dreieck der Bezugssterne 1, 2, 3 sehr klein ist.

5. Wir messen die Seiten der Dreiecke und die Verbindungslinie mit dem Körper P, aus (Abb. 1.).

Da wir normalerweise kein Koordinatenmessgerät — so etwas wie das Gerät «Comes» der Optischen Werke aus Jena, das nur grössere Sternwarten besitzen und dessen Messgenauigkeit bei 1/1000 mm liegt — besitzen, dann müssen wir die einzelnen Seitenlängen — und Verbindungslinie mit grösstmöglicher Genauigkeit mit gegebenen einfachen Mitteln, die uns zur Verfügung stehen, messen. Zum Messen benützen wir ein Glaslineal von etwa 50—100 mm Länge mit mm-Teilung, deren Teilungsgenauigkeit über der ganzen Länge bei ± 20 μm liegt, die Strichdicke beträgt 30 μm.

Ein praktischer und bewährter Hinweis: Mit Nullzirkel zeichnen wir um die Bezugssterne und Körper P auf der Astroplatte Kreise von 2,5—3,5 mm Durchmesser. Dann kommen einzelne Punkte der Sterne besonders gut zur Geltung und wir können ganz genau mit unserem Glaslineal in die Mitte der Kreise einzielen. Damit können wir ohne optische Lupe- oder Mikroskop bei weniger Übung auf 1/10 mm genau messen. Natürlich werden wir mit einem Mikroskop mit Okularmikrometer aus Kronglas, wo 1 mm auf 100 Teile geteilt ist, und dessen Endfehler der Teilung 2 μm beträgt, genauer arbeiten. Solche Okularmikrometer liefern einzelne renomierte optische Werke. Durch eine Kombination von Glaslineal und Mikroskop mit Okularmikrometer erreichen wir bei längerer Übung beachtliche Messgenauigkeit.

Praktische Berechnung von arithmetischem Mittel einzelner Längen, halbe Umfänge, Flächen und Dependenzen unserer Dreiecke (Abb. 1.) wird am vorteilhaftesten durch einen elektronischen Taschenrechner durchgeführt. Am Schluss unserer Mess- und Berechnungsarbeit wird die Berechnung der Dependenzen Aufschluss darüber geben, ob das Ergebnis fehlerfrei ist. Wenn ein Fall vorliegt, in dem sich Fehler im Ergebnis zeigen, müssen wir den ganzen Vorgang der Messung und Berechnung wiederholen.

A. Theoretischer Gang des Messens und der Berechnung.

1. Nach Abb. 1. werden Seitenlängen der Dreiecke und die Länge der Verbindungslinie mit dem Körper P gemessen.
   Jede Messung wiederholen wir 3 mal.
2. Wir berechnen den arithmetischen Mittelwert für einzelne gemessene Längen.
3. Wir berechnen halbe Umfänge aller vier Dreiecke, deren Seiten nach Abb. 1. bezeichnet sind. Einzelne Dreiecke bezeichnen wir folgend: $\Delta 1$ (Seiten a, b, c), $\Delta 2$ (Seiten b, d, e), $\Delta 3$ (Seiten c, e, f), $\Delta 4$ (Seiten a, d, f). Normalerweise brauchen wir das vierte Dreieck nicht zu berechnen, es kann uns aber zur Kontrolle dienen.
   Halbe Umfänge einzelner Dreiecke sind

$$s\Delta 1 = \frac{a+b+c}{2} \qquad 1.,$$

$$s\Delta 2 = \frac{b+d+e}{2} \qquad 2.,$$

$$s\Delta 3 = \frac{c+e+f}{2} \qquad 3.,$$

$$s\Delta 4 = \frac{a+d+f}{2} \qquad 4.,$$

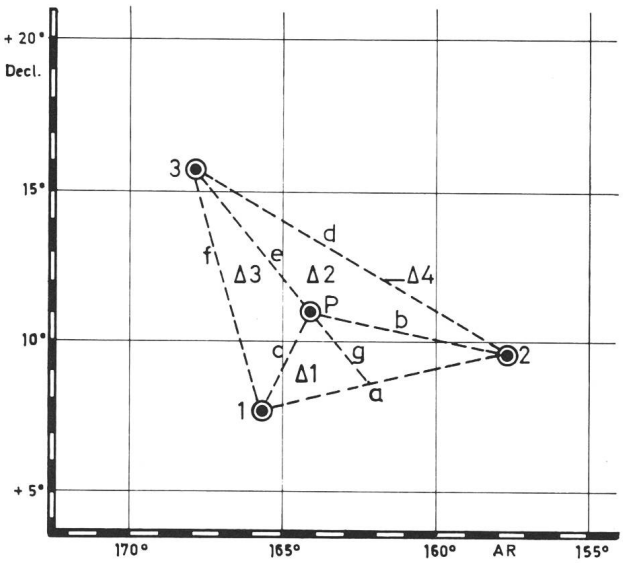

Abb. 1

4. Nach Formel 5.—8. berechnen wir die Flächen einzelner Dreiecke

$$A\Delta = \sqrt{s\Delta\,(s\Delta - a)\,(s\Delta - b)\,(s\Delta - c)}$$

5.—6—7—8.,

wobei a, b, c; (b, d, e; c, e, f; a, d, f) den arithmetischen Mittelwert gemessener Längen einzelner Dreiecke bedeutet (siehe prakt. Beispiel).

5. Gesamtfläche aller Dreiecke ist

$$\Sigma A\Delta = A\Delta 1 + A\Delta 2 + A\Delta 3 \qquad 9.,$$

6. Dependenzen werden aus dem Verhältnis der Dreiecksflächen folgendermassen berechnet

$$D_1 = \frac{A\Delta 2}{\Sigma A\Delta} \qquad 10.,$$

$$D_2 = \frac{A\Delta 3}{\Sigma A\Delta} \qquad 11.,$$

$$D_3 = \frac{A\Delta 1}{\Sigma A\Delta} \qquad 12.,$$

7. Kontrolle der Richtigkeit der Dependenzen-Berechnung

$$D_1 + D_2 + D_3 = 1. \qquad 13.$$

B. Berechnung der astrographischen Koordinaten.

Rechtwinklige Koordinaten einzelner Bezugssterne: $1(X_1, Y_1)$, $2(X_2, Y_2)$, $3(X_3, Y_3)$ werden dem Sternkatalog entnommen. Die angegebenen Minuten und Sekunden müssen wir natürlich zuerst in Zehntelgrade umwandeln. Diese Koordinaten werden dann mit Dependenzen multipliziert und addiert, und so erhalten wir die gesuchten Koordinaten des Körpers P.

$$X_P = D_1 \cdot X_1 + D_2 \cdot X_2 + D_3 \cdot X_3 \qquad 14.,$$

$$Y_P = D_1 \cdot Y_1 + D_2 \cdot Y_2 + D_3 \cdot Y_3 \qquad 15.,$$

wobei X_1, X_2, X_3 die Koordinaten für Rektaszension, und Y_1, Y_2, Y_3 für die Deklination der Bezugssterne 1, 2, 3 sind.

C. Praktisches Beispiel.

Der ganze Rechnungsgang wird nach Absatz A., und B., und nach Formeln 1.—15. durchgeführt. Unser konkretes Beispiel beruht auf tatsächlicher Entdeckung eines unbekannten Himmelskörpers P im März 1955, durch den Autor dieser Arbeit während seiner Tätigkeit am Astronomischen Institut der SAV in der Hohen Tatra. Der Autor schenkte die Entdeckung an seine Mitarbeiter, die weiter seine Bahn fotografisch verfolgten. Die Bahnelemente, sowie die Ephemeride für das Jahr 1955 berechnete ein wiss. Mitarbeiter des Observatoriums. Nach Einzug der Frühjahr-Schlechtwetter-Periode ging der unbekannte Körper verloren, und wurde später nicht mehr gefunden. Deswegen bekam er keine definitive MPC-Bezeichnung.

Was die Verschenkung eigener Entdeckungen anbelangt, war das am Astronomischen Observatorium fast eine Tradition, die durch den Erbauer — und ersten Direktor der Sternwarte Dr. A. BECVAR — bekannt durch seinen Himmelsatlas: Atlas Coeli Skalnate Pleso — eingeführt war. Er selbst verschenkte eine seiner Kometen-Entdeckungen an eine Mitarbeiterin, ein anderer Mitarbeiter tat dasselbe, ein drittter ebenfalls, besonders dann, wenn man sich selbst mit anderem Forschungszweig befasste.

Die gewählten Bezugssterne 1 (χ), (ϱ), 3 (ϑ) im Sternbild Leo haben folgende Koordinaten (Tab. 1.):

Stern	Bezeichnung	Rekt. (1950,0)	Decl. (1950,0)
1	χ Leo	165°36'34''5 = 165,60958°	+7°36'24'' = +7,6066666°
2	ϱ Leo	157°32'42'' = 157,545°	+9°33'52'' = +9,564444°
3	ϑ Leo	167°51'46''5 = 167,86291°	+15°42'11'' = +15,703055°

1. Messen der Seitenlängen und Verbindungslinien — 2. Arithmetisches Mittel aus drei Messungen

$$\text{Seite a} = \frac{43{,}8 + 43{,}85 + 43{,}8}{3} = 43{,}8167 \text{ mm}$$

$$\text{Seite b} = \frac{34{,}9 + 34{,}92 + 34{,}9}{3} = 34{,}9067 \text{ mm}$$

$$\text{Seite c} = \frac{19{,}4 + 19{,}4 + 19{,}4}{3} = 19{,}4 \text{ mm}$$

$$\text{Seite d} = \frac{63{,}1 + 63{,}15 + 63{,}1}{3} = 63{,}1167 \text{ mm}$$

$$\text{Seite e} = \frac{32{,}1 + 32{,}1 + 32{,}1}{3} = 32{,}1 \text{ mm}$$

$$\text{Seite f} = \frac{44{,}3 + 44{,}35 + 44{,}35}{3} = 44{,}3333 \text{ mm}$$

$$\text{Linie (e + g)} = \frac{48{,}7 + 48{,}7 + 48{,}7}{3} = 48{,}7 \text{ mm}$$

$$\text{Linie (e + g)} - \text{e} = 48{,}7 - 32{,}1 = 16{,}6 \text{ mm}$$

3. Berechnung der halben Umfänge einzelner Dreiecke nach Formeln 1—4.

$$s\Delta 1 = \frac{a+b+c}{2} = \frac{43{,}8167 + 34{,}9067 + 19{,}4}{2} = 49{,}0617 \text{ mm}$$

$$s\Delta 2 = \frac{b+d+e}{2} = \frac{34{,}9067 + 63{,}1167 + 32{,}1}{2} = 65{,}0617 \text{ mm}$$

$$s\Delta 3 = \frac{c+e+f}{2} = \frac{19{,}4 + 32{,}1 + 44{,}3333}{2} = 47{,}9166 \text{ mm}$$

Nur für Kontrolle:

$$s\Delta 4 = \frac{a+d+f}{2} = \frac{43{,}8167 + 63{,}1167 + 44{,}3333}{2} = 75{,}6333 \text{ mm}$$

4. Flächenberechnung einzelner Dreiecke.

$$A\Delta 1 = \sqrt{s\Delta 1\,(s\Delta 1 - a)\,(s\Delta 1 - b)\,(s\Delta 1 - c)}$$

Eingesetzte Zahlenwerte ergeben

$$A\Delta 1 = \sqrt{49{,}0617\,(49{,}0617 - 43{,}8167)\,(49{,}0617 - 34{,}9067)\,(49{,}0617 - 19{,}4)} = 331{,}28446 \text{ mm}^2$$

$$A\Delta 2 = \sqrt{s\Delta 2\,(s\Delta 2 - d)\,(s\Delta 2 - e)\,(s\Delta 2 - b)}$$

$$A\Delta 2 = \sqrt{65{,}0617\,(65{,}0617 - 63{,}1167)\,(65{,}0617 - 32{,}1)\,(65{,}0617 - 34{,}9067)} = 360{,}21843 \text{ mm}^2$$

$$A\triangle 3 = \sqrt{s\triangle 3\,(s\triangle 3-f)\,(s\triangle 3-c)\,(s\triangle 3-e)}$$

$$A\triangle 3 = \sqrt{47{,}9166\,(47{,}9166-44{,}3333)\,(47{,}9166-19{,}4)\,(47{,}9166-32{,}1)} = 278{,}657\ \mathrm{mm}^2$$

Nur für Kontrolle:

$$A\triangle 4 = \sqrt{s\triangle 4\,(s\triangle 4-a)\,(s\triangle 4-d)\,(s\triangle 4-f)}$$

$$A\triangle 4 = \sqrt{75{,}6333\,(75{,}6333-43{,}8167)\,(75{,}6333-63{,}1167)\,(75{,}6333-44{,}3333)} = 970{,}95424\ \mathrm{mm}^2$$

5. Summe der Flächen der Dreiecke

$$\Sigma A\triangle = A\triangle 1 + A\triangle 2 + A\triangle 3$$

$$\Sigma A\triangle = 331{,}28446 + 360{,}21843 + 278{,}657 = 970{,}15989\ \mathrm{mm}^2$$

Das Ergebnis der Rechnung der Formel 8. und 9. unterscheidet sich nur um 0,08%, also für unseren Zweck ausreichend genau.

6. Berechnung der Dependenzen.

$$D_1 = \frac{A\triangle 2}{\Sigma A\triangle} = \frac{360{,}21843}{970{,}15989} = 0{,}371298$$

$$D_2 = \frac{A\triangle 3}{\Sigma A\triangle} = \frac{278{,}657}{970{,}15989} = 0{,}28722791$$

$$D_3 = \frac{A\triangle 1}{\Sigma A\triangle} = \frac{331{,}28446}{970{,}15989} = 0{,}34147408$$

7. Kontrolle

$$\Sigma D = D_1 + D_2 + D_3 = 1.$$

Eingesetzte Werte ergeben uns

$$D = 0{,}371298 + 0{,}28722791 + 0{,}34147408 = 0{,}999999 = 1.$$

Das Ergebnis bestätigt uns, dass bisheriger Rechnungsgang fehlerfrei ist.

B. Berechnung der astrographischen Koordinaten.

Rechtwinklige Koordinaten der Bezugssterne 1, 2, 3 aus Tabelle 1. werden mit Dependenzen multipliziert und addiert nach Formel 14. und 15. und so bekommen wir die gesuchten Koordinaten des Körpers P.

a. Rektaszension:

$$X_P = 0{,}371298.165{,}60958° + 0{,}28722791.157{,}545° + 0{,}34147408.167{,}86291° = 164{,}06263°.$$

Dieser Wert umgewandelt ergibt uns $\mathbf{X_P = 164°03'45''.459}$.

b. Deklination:

$$Y_P = 0{,}371298.7{,}606666° + 0{,}28722791.9{,}564444° + 0{,}34147408.15{,}703055° = +10{,}9337°.$$

Dieser Wert umgewandelt ergibt uns $\mathbf{Y_P = +\,10°56'1''.32}$.

Wie aus dem Beispiel zu ersehen ist, ist die angewendete Methode relativ einfach und für unseren gegebenen Zweck genügend genau. Bei der Beurteilung des Ergebnisses dürfen wir die verschiedenen Einflüsse natürlich nicht vergessen, die das Ergebnis vielseitig beeinflussen, und die wir meistens nicht ausschliessen können. Namentlich sind das atmosphärische Bedingungen im Laufe des fotografierens, angewendete Optik und Negativmaterial und seine anschliessende Bearbeitung in der Dunkelkammer, eigener Fehler der benützten Messeinrichtung (Lineale, Masse, Mikroskop usw.), unser persönlicher Fehler im Laufe der Messung (parallaktischer Blick auf die Teilung der Lineale usw.) und nicht zuletzt Fehler bei der Abrundung der Berechnungen. Gegenüber normaler technischer Praxis, wo das Rechnungsergebnis auf 1—2 Dezimalstellen verlangt wird — bis auf Ausnahmen — in der astronomischen Praxis sind das 3—4 Stellen mehr. Bei der Benützung des elektronischen Taschenrechners müssen wir auch daran denken, dass er sog. wissenschaftliches Abrunden der Dezimalstellen selbst durchführt. Aus diesem Grunde folgt, dass wir keine absolute Genauigkeit erreichen, so beim Messen, wie auch bei der Berechnung. Es war auch nicht im Sinne der vorgelegten Arbeit.

Literatur:
E. u. B. Strömgren — Lehrbuch der Astronomie (1933, Springer).
A. Prey — Einführung in die sphärische Astronomie (1949, Springer).
H. H. Voigt — Abriss der Astronomie I (1969, Bibl. Inst.).
The Astr. Journal (39, S. 205, New York).
Journal des Obs. (11—12, S. 20, Marseille).
A. Becvar — Atlas Coeli Skalnate Pleso (Aeq. 1950,0; 1958, Prag).
A. Becvar — Atlas of the heavens — II Catalogue (Aeq. 1950,0; 1958, Prag).
NGC — Katalog.
IAU und MPC — Zirkulare (1954—1956).
Ephemerides of Minor Planets (Leningrad, UdSSR).

Adresse des Autors:
JAN RECICAR, D-7430 Metzingen, Untere Rietstrasse 53