

Das Ringsystem des Uranus

Autor(en): **Laager, Erich**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **36 (1978)**

Heft 169

PDF erstellt am: **31.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-899502>

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 Ringsystem des Uranus

von ERICH LAAGER, Schwarzenburg

Ein schwach leuchtendes Sternchen mit der Bezeichnung SAO 158687 im Sternbild Waage — etwa fünfzehnmal zu schwach, um es von blossen Auge sehen zu können — wurde am 10. März 1977 sozusagen über Nacht berühmt. Bereits 1973 hatte man nämlich vorausgerechnet, dass es 4 Jahre später vom Planeten Uranus für eine Zeit von maximal etwa 25 Minuten bedeckt werde. Bei dieser Gelegenheit wollte man versuchen, über Durchmesser, Abplattung und Atmosphäre des Planeten neue Informationen zu erhalten.

Im Januar 1977 lief Uranus zunächst in östlicher Richtung knapp südlich von SAO 158687 vorbei. (Mitte Februar wurde er dann rückläufig, und im März wurde der Stern «auf dem Rückweg» bedeckt). Bei diesem ersten Vorbeigang wurden Stern und Planet auf dieselbe Platte aufgenommen. Die Auswertung verschiedener solcher Aufnahmen zeigte, dass diese «Vorsichtsmassnahme» zu Recht ergriffen worden war: Der Fixstern lag nämlich 1,2 Bogensekunden nördlicher, Uranus dagegen 0,2 Bogensekunden südlicher als ursprünglich angenommen. Da der Planet einen scheinbaren Durchmesser von 3,8'' hat, reichte es trotzdem noch zu einer Bedeckung. Hingegen mussten einige Expeditionspläne in Eile abgeändert werden. Der neu berechnete «Schattenstreifen» des Uranus lag auf der Erde jetzt südlicher, von Indien und Japan aus konnte man beispielsweise nicht mehr beobachten⁷⁾.

Nach dieser ersten, unangenehmen Überraschung kam dann die zweite, erfreuliche am Beobachtungstag selber. Im ORION wurde bereits darüber berichtet¹⁾. Nicht nur die Planetenkugel, sondern auch die bisher unbekannt — und bei den Beobachtern offenbar unerwarteten — Ringe des Uranus bedeckten den Stern. Die Schilderung der Ereignisse dieses Tages berichtet von der Aufregung und der Spannung der Astronomen in den verschiedenen Observatorien^{2, 6, 7, 10)}.

Bald standen die ersten Ergebnisse dieser aufsehenerregenden Entdeckung in allen Fachzeitschriften: Uranus hat — wie Saturn — ein Ringsystem, das in der Äquatorebene des Planeten liegt. Es besteht aus mindestens fünf einzelnen Ringen. Die Abstände zwischen diesen betragen 500 bis 3000 km, während die Ringe selber viel schmalere (zwischen etwa 10 und 80 km) sind³⁾.

Man wusste jetzt, dass Uranus mit den Ringen bei seinem Lauf einen Streifen von etwa 8'' Breite überdeckt. Waren in diesem Streifen wohl weitere Sterne zu finden, weitere Bedeckungen zu erwarten und allenfalls neue Ergebnisse zu erhoffen? — Man suchte mit Erfolg: B. MARSDEN und A. KLEMOLA konnten für die Zeit bis 1980 zwölf Bedeckungen — allerdings sehr schwacher Sterne — voraussagen¹¹⁾. Zwei Bedeckungen von Sternen 12. Grösse (20 mal schwächer als SAO158687, 300 mal schwächer als Uranus!) sind unterdessen eingetreten:

Die erste wurde am 23. Dezember 1977 auf den Kanarischen Inseln (Cabazon Observatory) unter ungünstigen Verhältnissen verfolgt (Uranus stand in den Morgenstunden tief am Osthimmel). Die Existenz von Ringen konnte immerhin bestätigt werden.

Bei der nächsten Bedeckung am 10. April 1978 waren

die Bedingungen günstiger. Zur Beobachtung konnte der 2,5 m-Reflektor des Observatoriums Las Campas in Chile eingesetzt werden. Man fand die fünf bekannten Ringe wieder und zusätzlich vier neue!

Bei den Bedeckungsbeobachtungen wurden die Schwankungen der gemessenen Sternhelligkeit automatisch als Lichtkurve^{3, 7)} oder als Messpunkte¹¹⁾ aufgezeichnet. Die zeitliche Auflösung ist dabei besser als 0,1 s (etwa bei 0,02 s). Beim Durchgang des Sterns durch das Ringsystem entspricht eine Zehntelsekunde einer Distanz von etwa einem Kilometer. So findet man aus Einzelbeobachtungen Ringradien, die auf Kilometer genau berechnet sind. Zwischen den Beobachtungsergebnissen der einzelnen Observatorien bestehen aber beträchtliche Abweichungen¹¹⁾.

Die Zahlen in der nachfolgenden Tabelle sind obere und untere Grenzwerte, welche die richtigen Radien wahrscheinlich einschliessen.

Bezeichnung des Rings	Radius des Rings
κ (Kappa)	41980—42090
ι (Jota)	42340—42370
ϑ (Theta)	42620—42660
α (Alpha)	44830—44870
β (Beta)	45780—45810
η (Eta)	47290—47330
γ (Gamma)	47740—47760
δ (Delta)	48400—48440
ϵ (Epsilon)	51000—51700

Die Ringe α , β , γ , δ , ϵ sind die zuerst entdeckten. Zu Ring ϵ siehe Bemerkungen im nächsten Abschnitt! Die Zahlen der Tabelle werden durch Abbildung 1 illustriert.

Es folgen weitere Angaben zum Ringsystem, die aus verschiedenen Publikationen zusammengestellt sind. Wie zuverlässig oder wie wahrscheinlich sie sind, ist für den Laien allerdings schwer abzuschätzen.

- Nur 1 Prozent der ganzen Ringzone enthält Materie, d. h. die Ringe sind im Vergleich zu den Saturnringen extrem schmal.
- Die Ringe sind an den Rändern sehr scharf begrenzt.
- Die Ringe α , β , γ , δ sind etwa 12 km breit.
- Ring ϵ besteht aus zwei Teilen, der innere etwa 35 km, der äussere rund 85 km breit. Die beiden Epsilon-Ringe sind sichelförmig, sie greifen ineinander oder übereinander («overlap» im englischen Text).
- Der Epsilon-Ring ist exzentrisch und leicht elliptisch, seine Breite ist in der planetennahen Partie am kleinsten. Präzession dieses Rings ca. 1,4° pro Tag. «It precesses about the planet, rather like a hoppersided hula hoop»⁸⁾.
- Die Ringe bestehen aus einzelnen Brocken, die aber nicht wie bei Saturn mit Eis bedeckt sind, sondern dunkel, wohl ähnlich wie die Oberfläche der Uranus-Monde Oberon und Titania (Albedo: Uranus-Ringe $\leq 0,05$, Saturnring 0,9)³⁾.
- Die Partikel des Rings «dürften grösstenteils kleiner als 1,5 km sein». An anderer Stelle steht «viele stati-

stisch verteilte Einzelkörper, die — dimensionsmässig — im Durchmesser kleiner als 1 km sind»⁴⁾.

Es gibt viele Objekte im Universum, von deren Existenz wir mit Sicherheit wissen, ohne dass sie je gesehen oder direkt fotografiert worden wären. Auch die Uranus-Ringe sind nun entdeckt, ohne dass man sie dabei gesehen hätte. — «Sind sie überhaupt nicht zu sehen?» mag sich der Leser fragen.

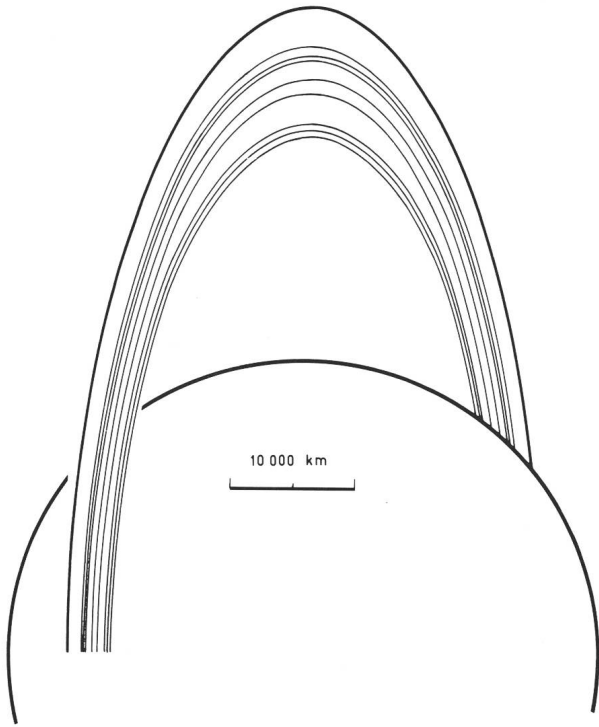


Abb. 1: In dieser Figur sind die Radien der Ringe zur Grösse des Planeten maßstäblich richtig dargestellt. Jede Linie entspricht einem Ring. Wollte man auch die Breite der Ringe im richtigen Mass verkleinern, dürften die innern in unserer Zeichnung nur etwa 1/50 mm dick sein!¹⁵⁾.

Wären die Ringe hell, hätte man sie natürlich längst durch direkte Beobachtung entdeckt. Wir wissen aber heute, dass sie wohl über 100 000 mal schwächer leuchten als der Planet selber (Grösse maximal 19 m^2). Wir können die Ringe nicht sehen, da wir vom Planeten geblendet werden! Im Infrarot bei 2200 nm (Methan-Absorptionslinie) dagegen erscheint Uranus sehr dunkel (Albedo etwa 0,0001), die Ringe aber relativ hell (Albedo ca. 0,03)¹⁴⁾.

Bei Beobachtungen in dieser Wellenlänge mit dem 5 m-Teleskop auf Palomar Mountain konnten die Ringe tatsächlich direkt «gesehen» werden⁸⁾.

Abbildung 2 zeigt, wie das Ringsystem bei seiner Entdeckung orientiert war.

Die Rotationsachse von Uranus liegt fast in der Ebene seiner Umlaufbahn — ein Sonderfall im Planetensystem —, seine Äquatorebene und mit ihr die Ringebene und die Bahnen der Monde stehen somit fast senkrecht¹⁵⁾. Die Ansicht der Ringe kann sich somit viel stärker ändern als bei Saturn: Vor rund 10 Jahren standen die Uranus-Ringe mit der Kante gegen uns. Eine Entdeckung zu dieser Zeit wäre wohl unmöglich gewesen.

Die Ringe erscheinen nun als immer breitere Ellipsen, bis sie im Jahre 1986 fast kreisförmig sind. 1970 lief das

dunkle Ringgebiet noch über die Planetenkugel (Abbildung 2). In dieser Stellung war wiederum eine andere Entdeckung möglich: Am 26. März 1970 wurden mit dem Stratoscope II — 90 cm-Reflektor in 24 400 m Höhe Bilder von Uranus mit einem sehr hohen Auflösungsvermögen gewonnen. Die Auswertung dieser Aufnahmen ergibt tatsächlich eine sehr schwache, nahezu gerade Linie, die als Sehne dort über den Planeten läuft, wo die Projektion des Rings zu erwarten ist^{8, 13)}.

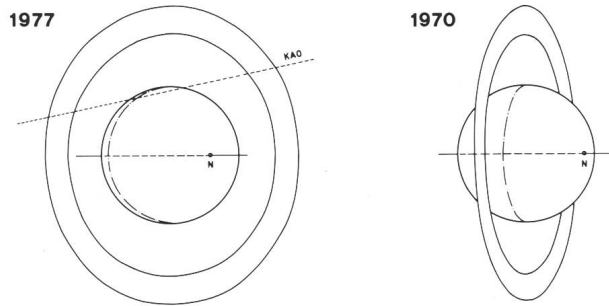


Abb. 2: 1977: So war die Öffnung der Ringe bei ihrer Entdeckung am 10. März. Die gestrichelte Linie zeigt, auf welcher Bahn der Stern SAO 158687 hinter Uranus vorbeizog und zwar so, wie man es mit dem Teleskop des Kuiper Airborne Observatory (KAO) aus dem Flugzeug in 12 500 m Höhe über dem Indischen Ozean verfolgen konnte. 1970: Stellung zur Zeit der Stratoscope II — Aufnahme (26. März)^{8, 11, 15)}.

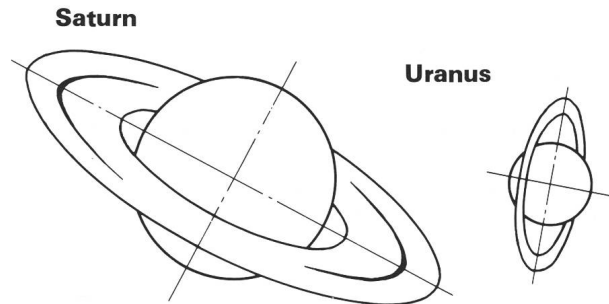


Abb. 3: Größenvergleich der beiden Planeten, die ein Ringsystem besitzen. Von diesem ist nur die innerste und die äusserste Begrenzung gezeichnet. Die Ringöffnung und die Orientierung der Achsen sind willkürlich gewählt.

Mit der Entdeckung der Uranus-Ringe tauchten sogleich die äusserst heiklen Fragen auf nach der Entstehung dieser Ringe und nach dem Mechanismus, die sie in dieser Form bestehen lässt. Mit Hilfe von Gesetzen und Theorien der Himmelsmechanik begann man zu erklären und auch zu spekulieren: Welches sind die richtigen Deutungen?¹²⁾. Stellvertretend für viele Mutmassungen sei hier eine Äusserung von Dr. GOLDREICH zitiert, einem amerikanischen Astronomen, der sich mit Fragen um die Entstehung unseres Planetensystems beschäftigt. Er schreibt⁹⁾: «Vielleicht können die Ringe durch Resonanzen mit den Uranusmonden erklärt werden, welche die Partikel auf engen Kreisbahnen führen. Wahrscheinlich sind die Uranusringe höchstens interessante Kuriositäten. Im günstigsten Fall können sie Theorien der Entstehung von Planeten und deren Satelliten stützen helfen.»

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 jus-

qu'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 Abhängigkeiten

von JAN RECICAR, Privatsternwarte Metzingen

Der beobachtende und fotografierende Astroamateur ist manchmal vor die Frage gestellt, welche relative Koordinaten irgendeiner 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 Abhängigkeiten zu beantworten. Unter Abhängigkeiten verstehen wir das Flächenverhältnis einzelner Teil-Dreiecke zur Gesamtfläche aller Dreiecke. Im voraus ist zu bemerken, dass diese einfache Berechnungsmethode möglichst genaues Messen der einzelnen Seiten der Dreiecke verlangt, bzw. der Verbindungslinien einzelner Bezugsterne 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 benutzen. 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 Astroatmosphäre 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 Bezugsterne — Punkte 1, 2, 3 im Bild 1. aus, die ein Dreieck bilden, in dessen ungefähre Mitte unser Himmelskörper P liegt, dessen Koordinaten wir feststellen wollen.
3. Aus dem Sternatlas schreiben wir uns die rechtwinkligen Koordinaten der Bezugsterne 1, 2, 3 aus.
4. Wir entscheiden, ob wir unser Original-Astronegativ zur Ausmessung benutzen (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 Bezugsterne 1, 2, 3 sehr klein ist.