

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 10 (1965)
Heft: 91

Artikel: Mira Ceti
Autor: Joy, Alfred H.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-900047>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.05.2025

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

JOURNEES DES ASTRONOMES AMATEURS 1965

(Résumé)

Les 2 et 3 octobre 1965 verront la seconde réunion des astronomes-amateurs dans la coquette cité de Baden.

Le caractère de ces rencontres a quelque peu changé au cours des ans : alors que la précédente était encore baptisée « journée des tailleurs de miroirs », la prochaine est intitulée « journée des astronomes-amateurs », marquant ainsi l'élargissement du but assigné. Ces journées ont également obtenu désormais une participation internationale, tant en ce qui concerne les conférenciers que les visiteurs.

Le programme (publié dans le bulletin de juin) offrira un vaste éventail de conférences où chacun pourra trouver ce qui l'intéresse : technique, observation, etc.

L'exposition comprendra deux parties : la première montrera les différentes possibilités offertes à l'amateur, la seconde présentera les instruments et leurs accessoires. On pourra constater les progrès accomplis dans ce domaine par les amateurs depuis 1961.

D'autre part, de nombreuses maisons d'optique présenteront aussi les instruments d'observation construits par elles. Enfin, des stands de livres offriront un grand choix de littérature astronomique, allant de l'initiation aux atlas célestes et aux catalogues, ainsi qu'aux précis traitant de la construction des instruments.

L'organisation de ces journées est entre les mains du Groupe de Baden de la Société astronomique de Suisse, sous la direction de son actif président, Monsieur Walter Bohnenblust.

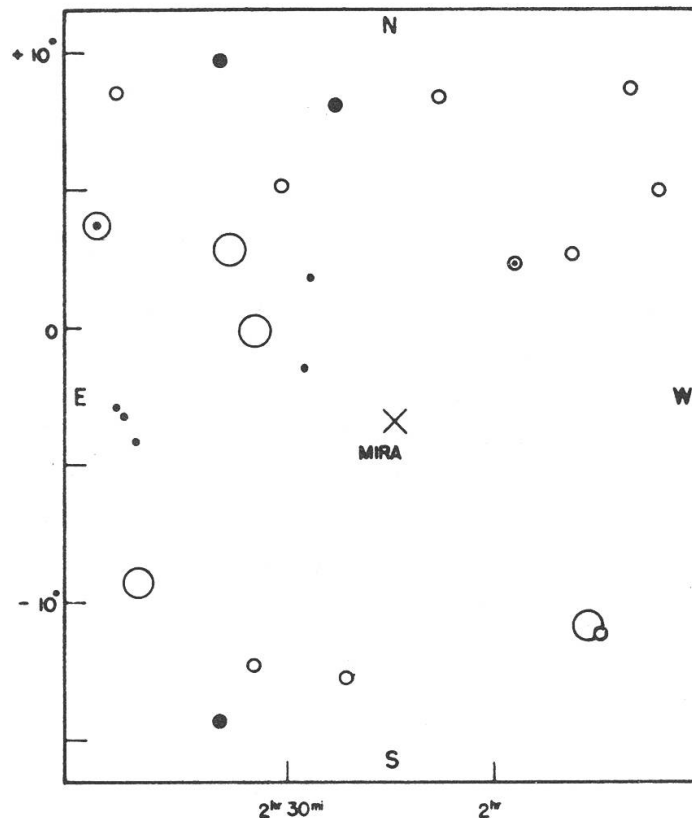
MIRA CETI

von Alfred H. JOY

(Mt. Wilson and Palomar Observatories)

Die frühen Beobachter des Sternes Omicron Ceti, die ihn den « Wunder-Stern » nannten, wären erstaunt, wenn sie die grossen Sternwarten von heute besuchen könnten und dabei fänden, dass nach mehr als dreihundert Jahren die Astronomen ihren wundervollen Stern mit demselben Erstaunen beobachten wie sie zu der Zeit, da sein merkwürdiges Erscheinen und Verschwinden zum erstenmal gesehen wurde. Die vielen Jahre der Beobachtung haben sein Geheimnis nur noch vertieft.

Dieser berühmte rote Stern ist ein beliebtes Beobachtungsobjekt für alle Sternfreunde, Amateure genau so wie Berufsastronomen. Im Herbst und Winter registrieren die Beobachter veränderlicher Sterne seine Helligkeit als eine selbstverständliche Angelegenheit und halten den Tag seiner grössten Helligkeit fest. Die Periode beträgt 11 Monate und das Maximum tritt von Jahr zu Jahr einen Monat früher ein; wenn sie in die Monate April und Mai fallen, sind sie schwer zu sehen, da dann der Stern zu nahe bei der Sonne steht. Im Jahre 1965 treten sogar



zwei Maxima ein, am 30. Januar und 28. Dezember. Ist der Stern zu dieser Zeit identifiziert, kann sein Helligkeitsabfall leicht während mehreren Wochen von blossen Auge verfolgt werden. Der Veränderliche ist während rund 4 Monaten in jeder Periode heller als etwa $5^m.5$. Bild 1 zeigt die Position von Mira. Die Helligkeiten der Sterne sind darin: grosser Kreis mit Punkt $2^m.8$; grosse Kreise $3^m.6 - 4^m.0$; kleine Kreise $4^m.5 - 5^m.0$; Punkte $5^m.1 - 5^m.5$.

Das Spektrum von Mira ist eine unerschöpfliche Quelle des Erstaunens. Änderungen sind dauernd zu sehen. Auf Mt. Wilson gilt unter den Beobachtern die Regel: «Kein Spektrum von Mira ist jemals genau gleich wie irgend ein anderes. Mit nur einer Ausnahme wurde Mira von Mt. Wilson aus in jedem der letzten 42 Jahre beobachtet. Im Laufe verschiedener Untersuchungen wurden 450 Spektrogramme gewonnen,

um die Vorgänge in seiner ausgedehnten und sich ständig ändernden Atmosphäre zu studieren.

Mira Ceti wurde beobachtet von blossem Auge wie auch mit jeder Art von teleskopischer Ausrüstung, so oft oder vielleicht mehr als irgend ein anderer einzelner Stern. Wir haben viel über ihn gelernt, doch noch viel mehr möchten wir gerne über ihn wissen.

Das Studium von Mira ist nicht nur seiner eigenen Besonderheiten wegen wichtig, sondern vor allem auch darum, weil er der Prototyp, das typische Beispiel der weitaus grössten Klasse von veränderlichen Sternen ist. Diese Gruppe, «Mira-Sterne» oder langperiodische Veränderliche, hat mehr als dreitausend bekannte Mitglieder. Ein Verstehen der charakteristischen physikalischen Eigenschaften und Vorgänge dieser Sterne ist für das Studium der Entwicklung der Sterne dringend notwendig.

Unter den vielen Erstentdeckungen, die sich an Mira anknüpfen, sind erwähnenswert:

1. Ausser Tycho Brahes Supernova des Jahres 1572 war Mira der erste Stern, dessen Helligkeitsänderungen auf Grund innerer Störungen beobachtet wurden. Seine Veränderungen und sein Verschwinden wurde von Fabricius im Jahre 1596 bemerkt — 14 Jahre vor der Erfindung des Fernrohres.
2. Es war der erste veränderliche Stern, von dem eine Periode der Lichtschwankungen bekannt wurde. Ismael Boulliaud bestimmte im Jahre 1667 eine Periode von 333 Tagen.
3. Mira ist, zur Zeit des Maximums seiner Helligkeit, der hellste Stern seiner Klasse — ein strahlender, von blossem Auge gut sichtbarer Stern, den jederman auffinden kann, wenn er im Stande seiner grössten Helligkeit ist. Seine Helligkeit im Maximum ist gewöhnlich etwa $3^m.5$, doch die Abweichungen davon können gross sein. Extreme Werte von $1^m.8$ im Jahre 1779 und $5^m.6$ im Jahre 1868 sind beobachtet worden.
4. Er ist der erste veränderliche Stern, in dessen Spektrum Emissionslinien gefunden wurden. Helle Wasserstofflinien wurden auf Objektivprismenaufnahmen entdeckt, die 1885 am Harvard Observatorium gewonnen wurden.
5. Im Spektrum von Mira wurde zum erstenmal die Bandenabsorption des Moleküls Titanoxyd nachgewiesen. A. Fowler fand 1904 die Uebereinstimmung des im Laboratorium aufgenommenen Bogenspektrums von Titanoxyd mit den starken Absorptionsbanden im Spektrum von Mira.

6. In seinem Spektrum wurden zum erstenmal Molekülbanden in Emission gesehen. In dem niederen Maximum vom Februar 1924 erschienen in den Mt. Wilson-Spektrogrammen deutliche Emissionslinien, die später von F. E. Baxandall als Banden von Aluminiumoxyd erkannt wurden. Diese hellen Banden sind in keinem andern Himmelskörper gefunden worden.
7. Mira hat den grössten Winkeldurchmesser unter allen Sternen, die mit einem Interferometer gemessen werden konnten ($0''.056$, gemessen von F. G. Pease). Mit einem wahrscheinlichen Wert von $0''.013$ für seine Parallaxe, einer Entfernung von 250 Lichtjahren entsprechend, ergibt das einen Durchmesser des Sternes von rund 400 Sonnendurchmessern. Mit einer Masse, die rund zehnmal so gross wie die der Sonne ist, ergibt sich daraus eine mittlere Dichte von weniger als ein zehnmillionstel der Sonnendichte, und die Anziehung an der Oberfläche ist so gering, dass Störungen in der Atmosphäre des Sternes sehr leicht entstehen.

Die Geschichte des Fortschritts unseres Wissens von Mira hat manche interessante Höhepunkte. David Fabricius, ein ostfriesischer Pfarrer, beobachtete im August 1596 einen bemerkenswert roten Stern dritter Grösse im Sternbild Walfisch (Cetus), wo kein Katalog und keine Sternwarte einen Stern verzeichnete. Er verblasste und verschwand im Laufe einiger Monate. Er schloss daraus, dass es sich um eine Nova handelte, wie die von Tycho Brahe 24 Jahre früher beobachtete. Einige Jahre später beobachtete ihn Bayer als einen Stern vierter Grösse und gab ihm die Bezeichnung durch den griechischen Buchstaben omicron in seinem Atlas. Er bemerkte jedoch nicht, dass es sich um den gleichen Stern handelte, den Fabricius verschwinden sah. Später wurde jedoch die Uebereinstimmung festgestellt und seine veränderliche Helligkeit von zahlreichen Beobachtern des 17. Jahrhunderts erkannt. Die Periode wurde jedoch erst von Boulliaud in Paris im Jahre 1667 gefunden, der das Eintreten der Maxima nach Zwischenzeiten von etwa 11 Monaten bemerkte. Dieses Intervall wurde seit der ersten Beobachtung des Sternes für 400 Perioden eingehalten. Obwohl im Mittel die Periode von 331.4 Tagen unverändert blieb, zeigen die Lichtkurven einzelner Zyklen ausgeprägte Unregelmässigkeiten, und der zeitliche Abstand von Maximum zu Maximum oder Minimum zu Minimum variierten zwischen 310 und 355 Tagen.

Die Helligkeit von Mira im Minimum liegt gewöhnlich innerhalb eines Spielraumes von einer halben Grössenklasse um 9^m2 ; die maximale Helligkeit zeigt jedoch eine weit grössere Streuung zwischen 1^m8 und 5^m6 — ein Faktor 30 in den Helligkeiten verschiedener Maxima. Diese Unregelmässigkeiten sind völlig unerklärt und sind in ähn-

licher Art auch bei den andern Veränderlichen vom Mira-Typus zu beobachten. Die fortgesetzte Beobachtung dieser Sterne ist wesentlich, um das Material zu beschaffen, auf das sich vielleicht die Lösung des Problems schliesslich stützen kann. Die Ungewissheit erhöht Interesse und Ansporn für fortgesetzte Beobachtungen in jedem neuen Zyklus. Die Unregelmässigkeit des Verhaltens findet sich auch in den Einzelheiten des Spektrums.

Auf Grund der tiefen Temperaturen in den Atmosphären der langperiodischen Veränderlichen zeigen ihre Absorptionsspektren Molekülbanden von ausserordentlicher Intensität. Die Banden von Titanoxyd sind stark entwickelt und reduzieren das Licht des Sternes im visuellen Bereich selbst im Maximum in starkem Masse und noch viel mehr im Minimum bei tieferer Temperatur. P. W. Merrill äusserte die Vermutung, dass zusätzlich im Minimum das sichtbare Sternlicht durch das Auftreten eines wolkenartigen Schleiers, der sich bei den tiefern Temperaturen niederschlägt und Licht absorbiert, weiter geschwächt wird.

So können wir den weiten Abfall der Helligkeit um sechs Grössenklassen von Maximum zu Minimum den vereinigten Effekten zuschreiben, die von verminderter Temperatur (und damit verminderter Gesamtstrahlung bei gleichzeitiger Verlagerung des Strahlungsmaximums zu grösseren Wellenlängen), von verstärkter Absorption durch Titanbanden und von der Verschleierung durch eine wolkige Atmosphäre stammen. Die Veränderungen der Radialgeschwindigkeit in der Atmosphäre von Mira sind klein und zeigen, dass Änderungen des Sterndurchmessers nur eine kleine Rolle im Rahmen der Helligkeitsänderungen spielen. Während die den Temperaturschwankungen zugrundeliegenden Ursachen bis heute unbekannt geblieben sind und die Bewegungen der Atmosphärenschichten nur sehr wenig verstanden werden, schöpfen die Astronomen doch einige Befriedigung aus dem Wissen, dass die erstaunlichen Helligkeitsänderungen zum grössten Teile aus den Temperaturschwankungen erklärt werden können.

Das Studium der Spektren von Mira hat uns manche der interessantesten Aufschlüsse über diesen Stern gebracht. Die meisten andern langperiodischen Veränderlichen dieser Klasse zeigen ähnliche spektrale Charakteristiken. Während das linienüberzogene Spektrum von Mira mit seinen kräftigen gegen die violette Seite hin zunehmend intensiven Banden auch frühen Beobachtern von Sternspektren bekannt war, konnte sein Ursprung erst erklärt werden, als A. Fowler im Jahre 1904 das Sternspektrum mit den Laboratoriums-Spektren von Titanoxydbanden verglich und die Identifizierung dieser Linien in kühlen Sternen gelang.

Das Auftreten von Emissionslinien im Spektrum von Mira und andern langperiodischen Veränderlichen ist äusserst verblüffend. Diese Linien

sind zahlreich und gehören zu ganz verschiedenen Elementgruppen. Sie werden während verschiedener Phasen sichtbar. Die Wasserstofflinien sind im Maximum des Lichtwechsels äusserst intensiv, verschwinden aber im Minimum. Die Intensität einzelner dieser Linien ist durch die Absorption durch Linien gleicher Wellenlänge, die den darüberliegenden Schichten von Titanoxydmolekülen oder Metallatomen der umkehrenden Schicht entstammen, stark herabgesetzt. Helle Linien aus Multipletts von Linien des Eisens oder anderer Metalle mit niedriger Anregungsenergie erscheinen in grosser Zahl etwa 100 Tage nach dem Maximum und bleiben sichtbar bis beinahe zum Lichtminimum. Einzelne ziemlich breite, aber schwache Linien von ionisiertem Eisen treten bis zu mehr als 100 Tage nach Maximum auf und sind umso stärker, je höher das Maximum war. Zeitweilig konnten in Mt. Wilson-Spektrogrammen zur Zeit des Minimums scharfe ionisierte und verbotene Linien des Eisens (die in Schichten mit sehr niedriger Dichte entstehen) gefunden werden.

Das Auftreten von hellen Linien in Mira-Sternen ist schwer zu erklären, da bei Temperaturen um 2000° die zur Verfügung stehende Energie so gering ist. Wenn jedoch die hellen Linien unterhalb der Photosphäre entstehen, wie es in Mira den Anschein hat, dann mag die Temperatur hoch genug sein um die nötige Energie für die Emission heller Linien aufzubringen. Das heisse Gebiet steigt durch die umkehrende Schicht des Sternes, wie Messungen von Radialgeschwindigkeiten in Mira zeigen, bis es sich so stark abkühlt, dass es nicht mehr zu strahlen vermag. Wir müssen dabei im Auge behalten, dass die Dichte in der Atmosphäre weit unter allem uns Vorstellbaren liegt.

Die Mt. Wilson-Spektrogramme, die bei minimaler Helligkeit aufgenommen waren, zeigten eine Serie breiter, heller Linien ganz anderer Art als die gewöhnlichen Linien von Mira und in Richtung der Linien verschoben. Daraus wurde auf das Vorhandensein eines unerwarteten Begleitsternes geschlossen und von R. Aitken 1923 wirklich mit dem 90 cm-Refraktor des Lick Observatoriums gesehen. Statt einer Lösung der Merkwürdigkeiten von Mira führten die Eigenheiten des Begleiters zu einer Vervielfachung der Wunder dieses Sternsystems. Mira wurde plötzlich zu einem einzigartigen Gestirn, denn kein anderer Stern hat einen Begleiter, der diesem genau gleicht.

Das Benehmen des Begleiters erscheint so merkwürdig wie das von Mira selber. Da er nur $0''.8$ von Mira entfernt und seine Farbe blau ist, lassen ihn schlechte Sichtbedingungen selbst in grossen Fernrohren für das Auge unsichtbar werden. Messungen von Doppelsternbeobachtern sind überraschend selten und zeigen schlechte Uebereinstimmung. Der Begleiter zeigt ebenfalls veränderliche Helligkeit von vielleicht bis zu $1^m.5$. In seiner grössten Helligkeit ist er etwa so hell wie Mira

im Minimum; wir können ihn jedoch selbst unter besten Beobachtungsbedingungen nicht mehr entdecken, wenn Mira heller als 8^m wird. Einige Spektrogramme führen zum Schlusse, dass die Periode seines Lichtwechsels zehn oder mehr Jahre beträgt. Einzelne Beobachter glaubten Aenderungen innerhalb einiger Tage bemerkt zu haben. Systematische Beobachtungen zur Zeit des Minimums von Mira sind dringend notwendig. Seit seiner Entdeckung war keine Aenderung seiner relativen Stellung zu Mira mit Sicherheit nachzuweisen, obschon die meisten engen Doppelsterne innerhalb eines solchen Zeitraumes eine deutliche Bewegung zeigen.

Das Spektrum des Begleiters ist anders als dasjenige irgendeines andern bekannten Sternes. Nur dasjenige von R Aquarii zeigt zeitweilig einige Einzelheiten, die ihre Quelle in einem ähnlichen Begleitstern haben könnten. Der Begleiter von Mira hat sehr intensive, breite und helle Linien von Wasserstoff, Helium und Kalzium (Linien H und K) von veränderlicher Stärke und Form. Dunkle Linien sind, ausser solchen, die die Emissionslinien begleiten, nicht zu sehen. Das kontinuierliche Spektrum entspricht etwa dem eines B8 - Sternes mit einer Temperatur von 10 000 Grad. Die absolute Helligkeit muss etwa die eines Unterzwerges sein. Die Einwirkung der Strahlung des Begleiters auf Mira ist wahrscheinlich unerheblich. Der Grund der Aenderungen seiner Helligkeit und seines Spektrums ist bis heute ein Wunder geblieben.

Die vollständige Lebensgeschichte dieses Doppelstersystems wäre für die Erforscher der Entwicklung der Sterne von allerhöchstem Interesse.

Aus : Astronomical Society of the Pacific, San Francisco, Leaflet No. 358. Uebersetzt von Uli Steinlin, Basel.

MESURES ASTRONOMIQUES PAR BALLONS STRATOSPHERIQUES

par Albert GAIDE, Physicien et Daniel HUGUENIN, Ingénieur-Electricien

(Suite du N° 90)

LA PREMIERE EXPERIENCE

Marquant la première étape du programme de développement, l'expérience réalisée le 8 décembre, depuis la base d'Aire-sur-l'Adour, fut essentiellement destinée à une mission de reconnaissance. Celle-