

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 36 (1978)
Heft: 166

Artikel: Neues Infrarot-Teleskop mit ungeahnten Möglichkeiten
Autor: Humphries, C.M. / Reddish, V.C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-899486>

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: 02.02.2025

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

Neues Infrarot-Teleskop mit ungeahnten Möglichkeiten

von Dr. C. M. HUMPHRIES und Prof. V. C. REDDISH *)



Blick auf das in Grossbritannien im Bau befindliche Infrarot-Teleskop, das im Lauf des Jahres 1978 auf dem über 4000 m hohen Gipfel des erloschenen Vulkans Mauna Kea in Hawaii in Betrieb genommen wird. (BFF)

*Autoren:

Dr. HUMPHRIES ist Projektleiter für den Bau des britischen Infrarot-Teleskops und wird als erster Astronom des Royal Observatory in Edinburgh mit dem Einsatz des neuen Instruments betraut. Professor REDDISH ist Direktor des Edinburgher Royal Observatory und für das Teleskop-Projekt als Ganzes verantwortlich.

In den letzten Jahren hat man festgestellt, dass es viele astronomische Objekte gibt, die wahrnehmbare Infrarotstrahlungsmengen aussenden. Manche von Ihnen sind relativ kühle Sterne — weit grösser als die Sonne und mit Oberflächen, die in einer matten Rotglut leuchten. Dies war aufgrund der bisherigen Erkenntnisse nicht überraschend.

Andere sind grosse, aus Gas und winzigen Staubteilchen bestehende interstellare Wolken mit Temperaturen, die von einigen Grad über dem absoluten Nullpunkt (= -273°C) bis zu zehntausend Grad reichen. Auch sie gehören nicht zu den überraschenden, wohl aber zu den besonders interessanten Objekten, weil sie die Wolken sind, in denen sich Sterne und Moleküle bilden, und die vielleicht sogar manchen Aufschluss über den Ursprung des Lebens und die Entwicklung des Universums geben werden.

Völlig unerwartet dagegen waren die beträchtlichen Mengen infraroter Energie, die aus den Kernen von Galaxien strömen; unsere eigene Milchstrasse ist ein beachtenswertes Beispiel dafür.

Das Messen der Infrarotstrahlung, die uns von diesen Objekten her erreicht, ist aus zweierlei Gründen schwierig. Erstens sind die ausgesendeten Energiemengen zwar oft sehr gross, aber die Objekte, von denen sie kommen, derart weit entfernt, dass nur ein winziger Teil davon zu uns gelangt. Die Entfernung interstellarer Wolken von der Erde variiert von einigen Lichtjahren bis zu Tausenden von Lichtjahren und, wenn es sich um andere Galaxien handelt, von Millionen bis zu tausenden Millionen von Lichtjahren.

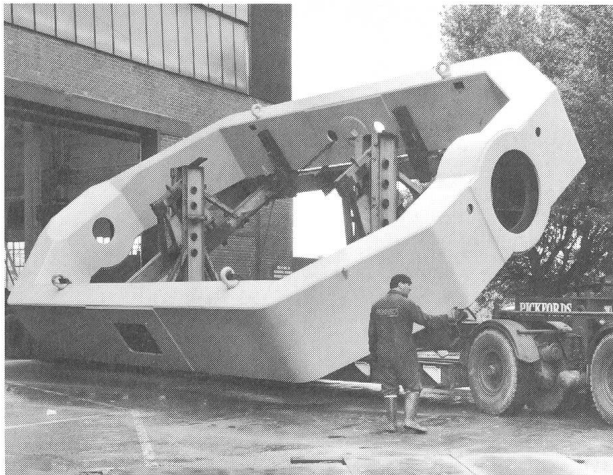
Zweitens wird von der Erdatmosphäre selbst, durch die hindurch die Objekte beobachtet werden müssen, Infrarotstrahlung emittiert, und auch das Teleskop sendet Infrarotstrahlung aus, weil es im Vergleich zu der tiefsten möglichen Temperatur (dem absoluten Nullpunkt) warm ist. So müssen diese sehr schwachen astronomischen Quellen vor einem Hintergrund, der viel heller ist als sie, aufgespürt werden.

Daher braucht man zum Sammeln ausreichender von solchen Quellen kommender Strahlungsmengen sehr grosse Teleskope, die ausserdem so konstruiert sein müssen, dass ihre eigene Infrarotstrahlung auf ein Minimum beschränkt bleibt. Es ist ferner notwendig, sie in grosser Höhe aufzustellen, damit sie so weit wie es sich ermöglichen lässt, über unsere Erdatmosphäre hinausragen.

Bei dem Infrarot-Teleskop mit 3,8 m \emptyset , das zur Zeit in Grossbritannien im Bau ist, wird man all diesen Erfordernissen Rechnung tragen, und wenn es im Lauf des Jahres 1978 in Betrieb genommen worden ist, wird es das grösste speziell für den Infrarotbereich gebaute Teleskop der Welt sein. Hervorzuheben ist ferner, dass für das Teleskop ein ungewöhnlich dünner Spiegel verwendet wurde, was zu erheblichen Einsparungen im Vergleich zu den Kosten herkömmlicher Reflektoren geführt und es zu einer einzigartigen Konzeption auf dem Gebiet der Herstellung grosser Teleskope gemacht hat.

Die traditionelle Methode, grosse Teleskop-Spiegel von guter optischer Qualität herzustellen, besteht darin, einen Spiegelscheiben-Rohling zu verwenden, dessen Dicke ungefähr ein Sechstel des Spiegeldurchmessers beträgt, damit die nötige Festigkeit gewährleistet ist, um eine bis zum Bruchteil eines μm reichende Genauigkeit des Oberflächenprofils zu erreichen. Das hätte für das neue britische Infrarot-Teleskop (kurz UKIRT genannt) mit seinem Durchmesser von 3,8 m theoretisch einen Hauptspiegel von 0,63 m Dicke erfordert, was eine Masse von etwa 16 t gleichgekommen wäre.

Doch schon früh beim Konstruktionsentwurf des UKIRT entschied man sich dafür, von der traditionellen Methode abzugehen — in der Meinung, selbst wenn dies zu einer gewissen Erweiterung der optischen Toleranzgrenzen führen sollte, werde die Leistung immer noch gut genug für astronomische Beobachtungen im Infrarotbereich sein.



Dieses präzise gefertigte Stahlelement — Gewicht 25 t — wird sorgfältig in eine britische Fabrik eingefahren, in der das riesige Infrarot-Fernrohr des britischen Science Research Council zusammgebaut werden wird. Dieses Element wird den Spiegel und dessen Antrieb abstützen.

Das Fernrohr, dessen Wert sich auf 12 Millionen beläuft, hat einen 8 t schweren Spiegel mit einem Durchmesser von 3,8 m. Nachdem er etwa 3 Jahre gefräst, geschliffen und poliert wurde, bietet er eine der besten optischen Oberflächen, die jemals erzielt wurden.

Das fertige Fernrohr wird im Dienste der britischen Forschungsanstalt auf Mauna Kea, einem 4 300 m hohen Berg in Hawaii, errichtet werden, wo die Bedingungen für Infrarotastronomie besonders günstig sind.

Der für das UKIRT verwendete Hauptspiegel hat eine Dicke von 0,29 m, was eine Masse von nur 7 t ergibt. Bei einer solchen Verringerung der Masse dürfen Festigkeit und Masse der zur Aufstellung des Teleskops erforderlichen Konstruktion entsprechend geringer sein, und dies ist der Grund für die erhebliche Reduzierung der Gesamtherstellungskosten gegenüber denen herkömmlicher Instrumente.

Dieser Gewinn wird jedoch ohne nennenswerten Verlust an optischer Leistung erzielt. Der Hauptspiegel ist bereits fertiggestellt, seine Oberfläche hat ihre endgültige konkave Paraboloid-Form ($f/2,5$) erhalten, und Tests haben inzwischen erwiesen, dass er 95 Prozent des Lichts, das er empfängt, zu einem Bild in einem Winkel von weniger als einer Bogensekunde konzentriert, was wohl als eine bemerkenswerte Leistung betrachtet werden kann.

Die Herstellung der Optik übernahm die Firma Sir Howard Grubb Parsons and Company Ltd., Newcastle upon Tyne, Nordengland, während die tragende Konstruktion und die Hardware für die Steuerung des Teleskops von der Firma Dunford Hadfields Ltd., Sheffield, hergestellt werden.

Das Teleskop wird von einem Gestell gestützt, das um die Polarachse rotiert. Innerhalb des Gestells kann das Teleskop um eine senkrecht zur Polarachse verlaufende Achse rotieren. Alle Bewegungen und Funktionen des Teleskops (dessen Gesamtmasse annähernd 100 t beträgt) werden von einem Computer automatisch gesteuert und überwacht.

Die erforderliche Computer-Software wurde gemeinsam vom Royal Observatory, Edinburgh, und vom Imperial College, London, entwickelt, und der für dieses Projekt verantwortliche Professor J. Ring vom Imperial College ist Vorsitzender des beratenden UKIRT-Lenkungsausschusses.

Das Teleskop wird in Hawaii aufgestellt. Es ist ein vom Staat für britische Astronomen bereitgestelltes Forschungsinstrument, dessen Betrieb in den Händen des Edinburgher Royal Observatory liegen wird. Die Wahl des richtigen Standorts ist für Infrarot-Messungen von wesentlicher Bedeutung. Das Teleskop wird auf dem Gipfel des erloschenen Vulkans Mauna Kea in einer Höhe von 4200 m stationiert. In dieser Höhe ist ein grosser Teil der Infrarot-Absorption (vornehmlich der durch Wasserdampf erfolgenden) stark reduziert.

Die zuständigen Astronomen und ihre Hilfskräfte müssen natürlich auch in dieser verdünnten Atmosphäre arbeiten. In solchen Höhen hat der Luftdruck im Durchschnitt nur etwa 60 Prozent der Stärke des Druckes in Meereshöhe (NN) und dementsprechend ist auch die Menge des für den menschlichen Körper zur Verfügung stehenden Sauerstoffes geringer. Wer dort auf dem Gipfel arbeiten will, muss daher erst in geringeren Höhen lernen, sich zu akklimatisieren.

Das Royal Observatory stellt auch eine hochentwickelte, für den allgemeinen Gebrauch geeignete zum Teleskop gehörende Instrumentation zur Verfügung. Das für Hawaii vorgesehene britische Personal wird im gesamten erforderlichen technischen Fachwissen aufs beste geschult sein und unter anderem mehrere ständig am Ort ansässige Astronomen umfassen. Es wird sich in einer internationalen wissenschaftlichen Gemeinschaft befinden, denn noch einige andere Gruppen — vornehmlich die Canadian-French-Hawaiian Telescope

Corporation, die IRTF-Gruppe der NASA, die Universität Hawaii und das National Radioastronomy Observatory von Green Bank, Virginia, USA — haben den Mauna Kea ebenfalls als Standort für Teleskope gewählt. Ausgezeichnete Arbeitsbeziehungen zu diesen Gruppen bestehen bereits.

Dieses grosse neue Infrarot-Teleskop wird britischen Astronomen die Möglichkeit bieten, zahlreiche Objekte sehr viel genauer zu erforschen. Messungen der von den Kernen von Galaxien ausgesendeten Strahlung, insbesondere der Art und Weise, wie die Intensität der Emission je nach der Wellenlänge innerhalb eines weiten Bereichs variiert, werden, so hofft man, dazu verhelfen, einiges über die Energiequellen in diesen Kernen in Erfahrung zu bringen.

In näherer Nachbarschaft der Erde wird man die «Geburtsstätten» von Sternen unseres eigenen galaktischen Systems beobachten und versuchen zu erforschen, wie sich aus den grossen, Moleküle enthaltenden interstellaren Wolken Sterne bilden. Es gibt mehrere Theorien darüber, doch keine konnte bislang endgültig als richtig bewiesen werden.

Ausserdem wird von den winzigen Staubteilchen der

interstellaren Wolken Infrarotstrahlung absorbiert und ausgesendet, und Messungen dieser Absorptionen und Emissionen können manchen Aufschluss über deren physikalische und chemische Eigenschaften geben. Obwohl die Grösse dieser Staubteilchen nur einen Bruchteil eines μm beträgt, und wenn sie insgesamt auch weniger als ein Prozent der Materiemasse in interstellaren Wolken ausmachen, sind sie doch besonders wichtig, weil sich auf ihrer Oberfläche Wasserstoff- und andere Moleküle bilden. Manche Wissenschaftler vermuten, dass es diese Bildung von Wasserstoffmolekülen ist, die das Zerfallen der Wolken in Fragmente verursacht, die sich dann zu Sternen verdichten, ohne die es kein Licht, keine Wärme, kein Leben geben würde — und dass sich vielleicht auch die Moleküle, in denen das Leben seinen Ursprung hat, auf diesen winzigen Partikeln bilden und daher weit über das gesamte Universum verbreitet sind.

Die Energiequellen in den Kernen von Galaxien, die Entstehung der Sterne, der Ursprung des Lebens — mit Hilfe des neuen Infrarot-Teleskops einen bedeutenden Beitrag zur Erforschung dieser Dinge leisten zu können, ist für die britische Wissenschaft eine faszinierende Zukunftsaussicht. (BF)

Die Berechnung der Ephemeriden von Planeten und Kometen mit dem programmierbaren Taschenrechner.

VON ROMAN A. GUBSER, Urania Sternwarte Zürich

Die Entwicklung des Benjamins der Kleinkomputerfamilie — des programmierbaren, durch Mikroprozessoren gesteuerten Taschenrechners, hat inzwischen einen beachtlichen Stand erreicht. Trotz oder vielleicht wegen des technologischen Fortschritts sind die Preise soweit gesunken, dass der Erwerb solcher Geräte beinahe jedem Astro-Amateur möglich geworden ist. Diese Rechner werden wohl bald einmal zur Ausrüstung einer noch so bescheidenen Sternwarte gehören, sind doch ihre Einsatzmöglichkeiten noch kaum absehbar: etwa als Sternzeituhersatz oder z.B. für die Berechnung der Präzession, Parallaxe, Refraktion, für Koordinatentransformationen etc. Eine dieser Möglichkeiten mit den neueren Rechnermodellen, die relativ komplexe Berechnung (ungestörter) Ortsephemeriden von Planeten und Kometen, soll hier erörtert werden. Es liegt nicht im Rahmen eines solchen Aufsatzes, eine komplette Programmier-technik mit fertigen Programmen zu vermitteln. Mit Ausnahme eines besonders interessanten Programmausschnittes soll lediglich der Rechnungsablauf mit einsetzbaren mathematischen Formeln beschrieben werden.

Die im Folgenden beschriebenen Programme und Rechenbeispiele sind mit einem Rechner des Typs Ti-59 (Texas Instruments) verwirklicht worden. Dieser Rechner hat einige für uns relevante Eigenschaften wie z.B.

- grosse Rechengenauigkeit (10 Anzeige plus 3 Schutzstellen, wichtig, um Rundungsfehler bei der Vielzahl arithmetischer Operationen klein zu halten),
- relativ grossen, auf Datenregister und Programm-schritte flexibel aufteilbaren Speicherbereich,
- auswechselbare festverdrahtete Einheiten (Software Module) mit ca. 25 Programmen, die nicht nur über

die Tastatur, sondern auch als Unterprogramme aufrufbar sind (für astronomische Berechnungen ist das Programm Kalenderrechnung sehr nützlich),

— an den Rechner anschliessbares alphanumerisches Druckwerk, womit ein automatischer Betrieb mit alphabetisch gekennzeichneten Resultatenausdruck möglich wird. Programme und Daten können auf Magnetkarten aufgezeichnet werden, so dass der Rechner beliebig oft geladen werden kann.

Die Bestimmung des geozentrischen Ortes eines um die Sonne laufenden Himmelskörpers gliedert sich im Wesentlichen in zwei Teile:

1. Berechnung der heliozentrischen Koordinaten sowohl dieses Körpers, als auch der Erde und
2. Umwandlung dieser Positionen in geozentrische.

1. Die Berechnung der heliozentrischen Polarkoordinaten v und r .

1.1 Die elliptische Bahn.

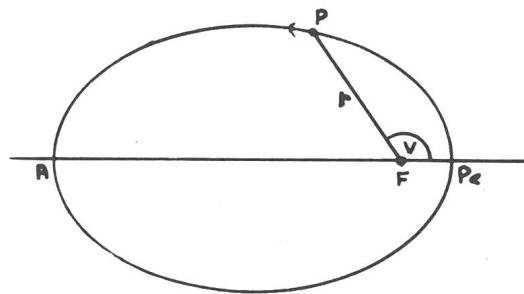


Fig. 1 Die Polarkoordination r und v in der Ellipse.