

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Band:** 45 (1987)  
**Heft:** 223

**Rubrik:** Retrospektive : Astrophysik 1986

### **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:** 06.10.2024

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

# Retrospektive: Astrophysik 1986

Astrophysik, die Erforschung des Universums ausserhalb der Erde, machte 1986 trotz des schrecklichen Verlustes der "Challenger" und ihrer Besatzung grosse Fortschritte. Als sich die Challengertragödie ereignete, kartographierte Voyager 2 die bemerkenswerten Uranusmonde, die dunklen Ringe und das geneigte Magnetfeld des Uranus, des dritten Riesenplaneten, welcher durch dieses ferngesteuerte Raumfahrzeug, das nun auf dem Weg zu Neptun ist, erforscht werden sollte. Weniger als zwei Monate später flog während einer einzigen Woche eine Flotte von fünf interplanetarischen Sonden, nämlich VEGA 1, VEGA 2, Sakigake, Suisei und GIOTTO, nahe zum Kometen Halley, beziehungsweise durch ihn hindurch. Kurz danach detektierte ICE (International Cometary Explorer), ein alter Veteran einer früheren Kometenmission, Plasmawellen und energetische Teilchen von Halley im Sonnenwind, einige zehn Millionen Kilometer hinter dem Kometen.

Ebenso wurden 1986 die ersten detaillierten wissenschaftlichen Resultate von der Ballonnutzlast publiziert, welche VEGA 1 und VEGA 2 während des Venusvorbeiflugs im Juni 1985 auf ihrem Kurs zu Halley auf Venus niederliessen. Die VEGA-Ballone erforschten die heisse turbulente mittlere Wolkenschicht unseres Zwillingplaneten, wo vertikale Böen, so stark wie in irdischen Stürmen, alltäglich sind. Dabei wurde VEGA von rund zwanzig Radioteleskopen rund um die Erde verfolgt. Die Technik der interkontinentalen Interferometrie (VLBI) war genügend genau für Präzisionsbestimmungen der Bahn des Ballons, ebenso wie für eine neue Distanzbestimmung zum Zentrum der Galaxie, der Milchstrasse. Die Distanz zum Zentrum der Milchstrasse, welches nahe der Radioquelle Sagittarius B2 liegt, wurde zu 7.1 Kiloparsec neu bestimmt, gegenüber dem bestbekannten früheren Wert von 8.5 kpc.

Die meisten Distanzen ausserhalb des Sonnensystems werden in Parsec (pc) oder ihrem Vielfachen ausgedrückt. Ein Parsec entspricht der Distanz, aus welcher die grosse Halbachse der Erdbahn unter einem Winkel von einer Bogensekunde erscheint und beträgt 3.26 Lichtjahre oder  $3.09 \cdot 10^{13}$  Kilometer. Kiloparsecs - 1000 Parsecs - eignen sich für Distanzangaben quer durch die Galaxis. Hingegen sind Megaparsecs (Millionen von Parsecs) geeignete Einheiten, wenn die riesigen Distanzen zwischen externen Galaxien und Galaxienhaufen erforscht werden. Obwohl die VLBI-Methode nun eine direkte Distanzmessung für nahegelegene Galaxien verspricht, ist die Entfernungsskala in der Grössenordnung von Megaparsecs immer noch um einen Faktor zwei unsicher. Somit erstreckte sich die Beobachtung eines scheibenförmigen Querschnittes unseres Universums, welche enthüllte, dass die Galaxien vorwiegend auf Oberflächen von dünnchaligen sphärischen Blasenstrukturen liegen, 100 Mpc für Galaxien von typischer Helligkeit, wobei ein spezieller Wert ( $100 \text{ km/s/Mpc}$ ) für die Hubble-Konstante angenommen wird, ein Mass für die Ausdehnung des Universums. Trotzdem könnten die beob-

achteten Objekte tatsächlich doppelt soweit entfernt sein, wenn die Hubble-Konstante halb so gross ist.\*

Neue Klassen von Sternen und Sternsystemen machten 1986 ebenfalls Schlagzeilen. Man fand heraus, dass Weisse Zwerge, welche typischerweise so gross wie die Erde sind, aber ungefähr zwei Drittel der Sonnenmasse besitzen, gewisse Objekte mit enormen Magnetfeldern umfassen (rund 500 Megagauss), einige mit extrem hohen Temperaturen,  $350'000^\circ \text{K}$  nach einer Schätzung, und mindestens eines mit der geringsten Leuchtkraft, welche je von einem Stern beobachtet wurde. Der Satellit EXOSAT der ESA (European Space Agency) machte pionierhafte Studien von einem neuen stellaren Phänomen, dem QPO oder quasi-periodischen Oszillator. EXOSAT funktionierte über 1000 Tage, von Mai 1983 bis Mai 1986, in einem hohen Orbit (Apogäum zu Beginn  $200'000 \text{ km}$ ; Umlaufzeit 99 Stunden), welcher für das Überwachen von variablen Röntgenquellen als ideal angesehen wird.

Ein alter gutbekannter Stern, die Sonne, erregt immer noch das grösste wissenschaftliche Interesse. Astrophysiker suchen immer noch nach einer Erklärung für die Diskrepanz zwischen beobachtetem Neutrinofluss auf der Erde und theoretischen Voraussagen, welche auf Modellen des Sonneninnern basieren. Falls die Theorie des Sonneninnern nicht experimentell verifiziert werden kann, welche Hoffnung besteht dann noch für die Modelle des Sterninnern und der Sternentwicklung? Glücklicherweise scheinen zwei neue Erklärungen für den beobachteten Neutrinofluss ernsthaften Erwägungen zu entsprechen. Es könnte eine Resonanz in der Neutrino-Streuung innerhalb der Sonne geben, oder massive Elementarteilchen mit schwacher Wechselwirkung könnten die Temperatur des Sonnenkernes senken. Beide Prozesse würden den Neutrinofluss auf der Erde reduzieren.

STEPHEN P. MARAN, NASA-Goddard Space Flight Center

## Schwebend in den Wolken der Venus

Die erste Ballonerforschung von planetarischer Meteorologie jenseits der Erde wurde im Juni 1985 durchgeführt. Die sowjetische Weltraumagentur INTERCOSMOS beförderte zwei Ballone in die mittlere Wolkenschicht der Venus durch den Abwurf der Raumschiffe VEGA 1 und 2, welche sowohl Landesonden absetzte wie auch zu einem Rendez-vous mit dem Kometen Halley weiterflog. Französische und amerikanische Forscher spielten ebenso eine grössere Rolle in dieser Mission.

Die heliumaufgeblasenen, 3.5 Meter grossen Hochdruck-Teflon-Ballone, von welchen jeder eine 6.9 kg schwere Instrumentengondel trug, waren beschichtet um der Schwefelsäure in den heissen Wolken ( $305^\circ \text{K}$ ) zu widerstehen. Die Ballone,

Aus PHYSICS TODAY / JANUARY 1987, übersetzt von Dr. MARKUS ASCHWANDEN, Institut für Astronomie, ETH-Zentrum, CH-8092 Zürich

\*Prof. G. TAMMANN (Universität Basel) gibt zur Zeit einen Wert von  $55 \pm 7 \text{ km/s/Mpc}$  für die Hubble-Konstante an, welche er aus der absoluten Helligkeit von Supernovae ableitet.

welche in den Breiten  $7.3^\circ$  N und  $6.6^\circ$  S nahe des Mitternachtsmeridians abgesetzt wurden, wurden von den retrograden Zonenwinden (von Ost nach West) aufgefangen und von sechs sowjetischen Antennen und durch ein weltweites Netzwerk verfolgt, welches durch CNES (die französische Raumagentur) koordiniert wurde. Dies schloss die drei 64-m Antennen des «NASA Deep Space Network» ein und elf weitere Radioastronomie-Observatorien. Instrumentelle Daten wurden telemetriert, während jede Nutzlast durch Differenz-VLBI der Signale von jedem Ballon und vom weiterfliegenden Raumschiff, welches sie absetzte, verfolgt wurde. Das Verfolgen jedes Ballons dauerte 46 Stunden bis die Lithium-Batterien in den Gondeln erschöpft waren.

Der Blick auf die Oberfläche der Venus ist durch dicke Wolken verdeckt. Trotzdem wurde der zwillingsähnliche Planet der Erde (beide Planeten haben ähnliche Masse und Grösse) durch viele sowjetische Landesonden, durch amerikanische Venus-Abstiegs- und Umlaufsatelliten und durch Radar- und Radioastronomie von der Erdoberfläche aus erforscht. Die Bedingungen innerhalb der Wolken wurden während kurzen Intervallen gemessen, während die Proben und Landesonden durch sie hindurchfielen. Die VEGA-Sonden stellten hingegen die erste ausgedehnte Durchforschung der Bedingungen innerhalb der Wolkenschicht dar.

Jede Gondel war ausgerüstet um Temperatur, Druck, umgebenden Lichtpegel, Wolkenteilchen-Rückstreuung und Frequenz von Blitzen zu messen. Dreidimensionale Winddaten, berechnet mit Hilfe des Verfolgungsnetzes, unterstützten die Erforschung der atmosphärischen Dynamik, einschliesslich die vertikale und horizontale Wärme und Impulsübertragung und die Anwesenheit und der Ursprung von grossräumigen Wirbeln und Wellen. Einige frühere Studien haben unter heftigen Disputen vermutet, dass Blitze gegenüber vermeintlichen vulkanischen Bergen auf der Venus vorherrschend seien, was als Resultat, falls es aufrechterhalten würde, andere Hinweise unterstützen würde, die aber geradeso widersprüchlich sind, dass aktiver Vulkanismus auf dem Planeten vorkommt. Es wurden weder Blitze detektiert noch wurden offensichtliche Wolkenlöcher von VEGA-Gondeln beobachtet. Die Ballone wurden anfänglich in einer Höhe von 50 km (900 mbar) entfaltet und glitten zu einer Gleichgewichtsschwebhöhe von 53.6 km (535 mbar). Sie wurden durch die vorherrschenden horizontalen Winde mit 70 m/sec westwärts in die sonnenbeschienene Hemisphäre geblasen, waren aber abwechselnd Böen von vertikalen Winden unterworfen, welche in ihrer Amplitude stärker waren als von vielen Forschern erwartet wurde. Das beobachtete Vorherrschen von vertikalen Fallwinden mag eine Folge des horizontalen Zusammenströmens sein, welches den Standort des freischwebenden Ballons zu Regionen steuert, wo solche Winde gegenwärtig sind. Die vertikalen Winde waren häufig grösser als 0.5 m/sec und erreichten bis 3.5 m/sec; manchmal war der eine oder andere Ballon solchen Winden für einige Stunden auf einmal unterworfen. Eine starke und vertikal zusammenhängende Temperatur und ein entsprechender Druckgradient herrscht in der Wolkenschicht vor. Daher erlaubten die vertikalen Böen den Balloninstrumenten einen grösseren Bereich in der Atmosphäre zu erforschen als vorgesehen, von ungefähr 535 bis 880 mbar. Der horizontale Beobachtungsbereich war ungefähr  $11'000$  km, oder rund ein Drittel des Weges um die Venus.

Eine konsistente Temperaturdifferenz von  $6.5^\circ$  K wurde bei gleichem atmosphärischen Druck zwischen den Messorten der nördlich und südlich des Venusäquators sich befindenden

Ballone gemessen, vielleicht ein Hinweis auf die langlebigen grossräumigen Wirbel, welche sich in der zonalen (Ost-West)-Richtung fortplanzen. Vermessungsdaten legen nahe, dass gewisse Wirbelbewegungen stationär sind, entweder relativ zur Sonnenrichtung oder relativ zur planetarischen Oberfläche. Der VEGA-2 Ballon erfuhr verschiedene starke Fallwinde am Ende seines beobachteten Fluges, als er über die hochgelegene Bergregion Aphrodite glitt. Dies mag einem Berg oder einer Bugwelle zugeschrieben werden, alltägliche Phänomene auf der Erde.

Der Erfolg des VEGA-Ballon-Experimentes legt nahe, dass von Raumfahrzeugen aus entfaltete Ballone weiterhin ihren nützlichen Platz haben in der zukünftigen Erforschung der Venus und vielleicht anderer Planeten.

STEPHEN P. MARAN, NASA-Goddard Space Flight Center

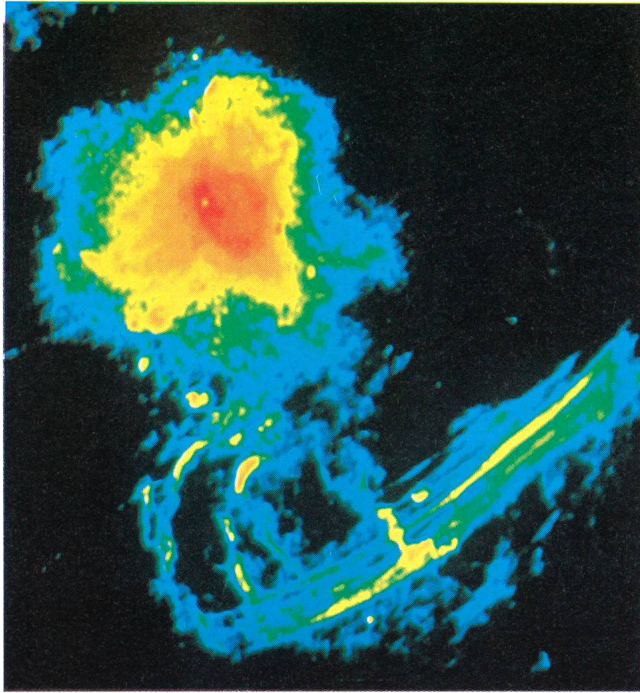
### Neue Bestimmung der Distanz zum galaktischen Zentrum

Die Distanz zum Zentrum unserer Milchstrassen-Galaxis,  $R_0$ , ist eine wichtige Grösse für das Verständnis der Massenverteilung in der Galaxis, wenn sie mit Messungen der 21 - cm (-Wellenlänge) Radioemissionslinie des neutralen Wasserstoffs kombiniert wird. Der neueste Standardwert,  $R_0 = 8.5$  kpc, war von der IAU (International Astronomical Union) angenommen worden um einen Vergleich von Resultaten von verschiedenen Forschern auf der Basis einer geeichten Standard-Distanzskala zu garantieren. Die klassische Bestimmung von  $R_0$  basiert vorwiegend auf Beobachtungen des Dichtemaximums in der Verteilung von RR-Lyrae-Sternen in der Richtung nahe zum galaktischen Zentrum. Unsicherheiten in unserer Kenntnis von der inneren Leuchtkraft dieser «Standardkerzen» und des Betrages der interstellaren Absorption haben historisch den Wert von  $R_0$  beeinflusst. Der Wert von 8.5 kpc zum Beispiel war eine Abwärtskorrektur von der «runden Zahl» von 10 kpc, welcher vorher 1964 angenommen wurde.

Neulich wurde eine geometrische Technik benutzt, welche von der präzisen Submilliarcsekunden-Genauigkeit des VLBI (Very Long Baseline Interferometry) Gebrauch macht, um einen neuen Wert von  $R_0$  zu bestimmen. Die Methode beruht auf der Existenz einer sich bewegenden  $H_2O$ -Maserquelle in Sagittarius B2 (Sgr B2), einer jungen sternbildenden Region nahe am galaktischen Zentrum. In dieser Technik werden während des Jahres VLBI-Bilder der Maserquelle wiederholt aufgenommen. Maserquellen mit individueller Bewegung werden identifiziert und gemessen, und die Dopplergeschwindigkeit wird für jede Quelle gewonnen. Für eine grosse Ansammlung von emittierenden Quellen ergibt sich statistisch, dass die Umwandlung zwischen der Winkelbewegung quer zur Himmelsebene und der Geschwindigkeitskomponente gegen den Beobachter die Distanz zur emittierenden Region bestimmt.

Vorher schon wurde die Leistungsfähigkeit der VLBI-Technik demonstriert im Verfolgen von vielen  $H_2O$  Maserklumpen, welche durch die ganze Galaxie hindurch mit Sternbildungsregionen assoziiert sind; die bedeutendste ist Orion A, weniger als 500 pc von der Sonne entfernt. Für Sgr B hingegen plazieren unabhängige Überlegungen diese Quelle innerhalb 300 pc vom galaktischen Zentrum, und diese Distanz war ein wichtiger Referenzwert der festgelegt werden musste.

Ein internationales Team geleitet von Mark J. Reid am Harvard-Smithsonian Center für Astrophysik analysierte die VLBI-Daten. Sie schätzten die Distanz zu Sgr B3 zu  $7.1 \pm 1.2$



Figur 2: Radiobeobachtung des Zentrums der Milchstrasse

Das Computerbild zeigt die Intensität der Radioquelle Sagittarius A im Zentrum der Milchstrasse, welche mit dem Very Large Array Interferometer aufgenommen wurde. Die bogenförmigen Strukturen spiegeln intergalaktische Magnetfelder wieder, welche im Radiobereich durch Synchrotronstrahlung der im Magnetfeld kreisenden Elektronen sichtbar werden. (Abgedruckt aus ESA Bulletin no. 45 Februar 1986).

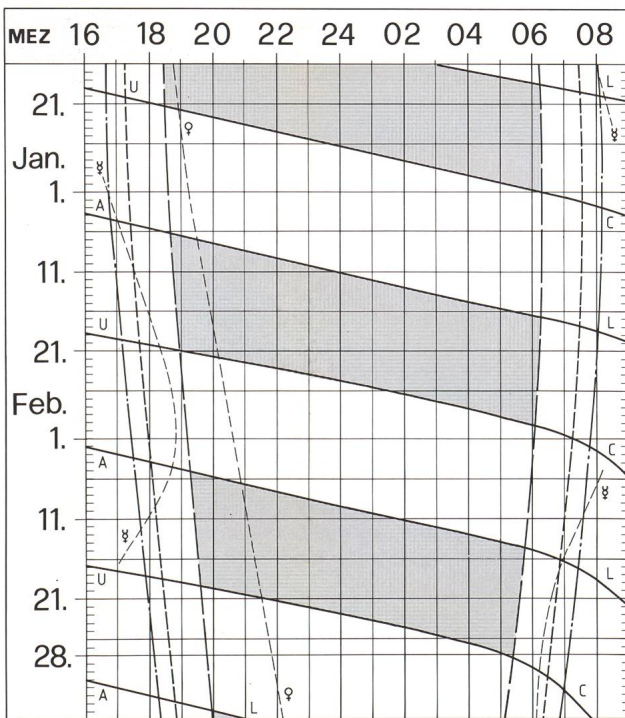
kpc. Dies legt eine neue Bestimmung der Distanz zum galaktischen Zentrum fest. Zur selben Zeit verschafft die VLBI-Technik einen zusätzlichen Test des Wertes  $R_0$ , zumal die Distanz einer andern strategisch gelegenen Quelle, der W49, bestimmt wird. Letztliche Verbesserungen von  $R_0$  hängen ebenso von einem gründlichen Verständnis der systematischen Fehler in der Distanzbestimmung von beiden Quellen ab.

Neben der unmittelbaren Wichtigkeit der geometrischen Bestimmung der Distanzskala der Galaxie, verspricht die VLBI-Technik extragalaktische Distanzen zu bestimmen.  $H_2O$ -Maserquellen existieren ebenfalls in jungen Sternbildungsregionen in nahen Galaxien, wo sorgfältige Überwachung unabhängige Eichungen von extragalaktischen Distanzskalen uns verschaffen sollte.

ROBERT J. HAVLEN, National Radio Astronomy Observatory

### Sonne, Mond und innere Planeten

### Soleil, Lune et planètes intérieures



Aus dieser Grafik können Auf- und Untergangszeiten von Sonne, Mond, Merkur und Venus abgelesen werden.

Die Daten am linken Rand gelten für die Zeiten vor Mitternacht. Auf derselben waagrechten Linie ist nach 00 Uhr der Beginn des nächsten Tages aufgezeichnet. Die Zeiten (MEZ) gelten für 47° nördl. Breite und 8°30' östl. Länge.

Bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung am Abend sind erst die hellsten Sterne — bestenfalls bis etwa 2. Größe — von blossen Auge sichtbar. Nur zwischen Ende und Beginn der astronomischen Dämmerung wird der Himmel von der Sonne nicht mehr aufgehellt.

Les heures du lever et du coucher du soleil, de la lune, de Mercure et de Vénus peuvent être lues directement du graphique.

Les dates indiquées au bord gauche sont valables pour les heures avant minuit. Sur la même ligne horizontale est indiqué, après minuit, le début du prochain jour. Les heures indiquées (HEC) sont valables pour 47° de latitude nord et 8°30' de longitude est.

Au début du crépuscule civil, le soir, les premières étoiles claires — dans le meilleur des cas jusqu'à la magnitude 2 — sont visibles à l'œil nu. C'est seulement entre le début et la fin du crépuscule astronomique que le ciel n'est plus éclairé par le soleil.

- — — — — Sonnenaufgang und Sonnenuntergang  
Lever et coucher du soleil
- - - - - Bürgerliche Dämmerung (Sonnenhöhe -6°)  
Crépuscule civil (hauteur du soleil -6°)
- — — — — Astronomische Dämmerung (Sonnenhöhe -18°)  
Crépuscule astronomique (hauteur du soleil -18°)
- A            L Mondaufgang / Lever de la lune
- U            C Monduntergang / Coucher de la lune
- Kein Mondschein, Himmel vollständig dunkel  
Pas de clair de lune, ciel totalement sombre