

**Zeitschrift:** Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft  
**Herausgeber:** Schweizerische Astronomische Gesellschaft  
**Band:** 57 (1999)  
**Heft:** 293

**Artikel:** Eine Leiter zu den Sternen : oder die 90-jährige Suche nach der Grösse des Universums  
**Autor:** Jost-Hediger, Hugo  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-898256>

### **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:** 15.03.2025

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

La seconde réflexion résulte en quelque sorte de la première. Toute vision théorique, aussi séduisante soit-elle, ne vaut rien si elle n'est pas vérifiée par une interrogation de la nature. C'est à travers cette approche que GALILÉE rompit avec le dogmatisme scolastique de son temps. Mais l'efficacité de l'observation de la nature dépend de manière critique des moyens technologiques disponibles. C'est grâce à ses lunettes, dont la plus puissante ne grossissait que 30 fois, que GALILÉE put récolter les informations qui l'ont convaincu de la véracité de la théorie héliocentrique. Il n'a cessé d'en être ainsi jusqu'à aujourd'hui, et les progrès de la science reposent de manière croissante sur les épaules, moins illuminées par les feux de la rampe que celles des chercheurs académiques, des «facteurs d'outils» que sont les ingénieurs et techniciens. La plupart des astronomes contemporains ont été, par exemple, inti-

mement convaincus que beaucoup d'étoiles qui nous entourent possèdent des planètes. Au vu de la manière dont nous comprenons la formation des étoiles à partir de la matière interstellaire, leur absence systématique eut été effectivement plus difficile à expliquer que leur présence en grand nombre. Mais il a fallu attendre que soient développés des spectrographes capables de mesurer des variations de vitesse de quelques mètres par seconde le long de la ligne de vue, pour qu'une simple application de l'effet Doppler mette enfin ces autres Mondes en évidence. Tel a été le cas pour la plupart des découvertes récentes, dans tous les domaines. Ces deux ultimes années de siècle verront la mise en service de plusieurs puissants télescopes munis d'instruments hautement performants. De nouvelles techniques basées sur l'interférométrie, appliquées depuis le sol ou de l'espace, permettront

peut-être de voir des planètes de type terrestre autour d'étoiles proches. Le prochain millénaire débutera sans doute avec des découvertes fondamentales en astronomie qui permettront de trancher parmi la multitude de scénarios élaborés par les théoriciens. Peut-être trouverons nous même, comme le pensent beaucoup d'astrophysiciens aujourd'hui, des indices en faveur de l'existence d'une forme de vie ailleurs que sur Terre? Cette hypothèse est certainement plus ancienne encore qu'ARISTARQUE DE SAMOS. Certains ont même péri pour l'avoir défendue. Nos temps sont plus ouverts aux vues de l'esprit mais, comme toute conjecture, celle-ci doit impérativement être validée par l'observation pour être admise dans la réalité du Monde.

NOËL CRAMER  
Observatoire de Genève  
CH-1290 Sauverny/GE

## Eine Leiter zu den Sternen

### oder die 90-jährige Suche nach der Grösse des Universums

HUGO JOST-HEDIGER

ALBERT EINSTEIN wies es zurück, EDWIN HUBBLE umschloss es und seither haben viele Astronomen darüber debattiert. Nun hat ein Team von Astronomen mit Hilfe des nach EDWIN HUBBLE benannten Space Teleskop HST den Wert für die Expansionsrate des Universums, die sogenannte Hubble-Konstante, verbessert. Dieser Wert ist der Schlüssel zur Beantwortung von anderen fundamentalen Fragen der Astronomie. Das festnageln der Hubble-Konstante erlaubt es den Astronomen, die Grösse und zeitliche Existenz des Universums zu bestimmen. Nachfolgend eine kurze Zusammenfassung der Geschichte um die Hubble-Konstante.

#### 1908

Die Astronomin HENRIETTA S. LEAVITT macht den ersten entscheidenden Schritt zur Bestimmung der Distanz nahegelegener «Spiral-Nebel». Beim Studium variabler Sterne in den Magellanschen Wolken entdeckte sie rhythmisch pulsierende Sterne. Die heute als Cepheiden bekannten Variablen ändern die Helligkeit im Rhythmus von einigen Tagen. Durch Beobachtung der Helligkeitsänderung der Cepheiden und ihrer Pulsationsrate können die Astronomen berechnen, wieviel Licht emittiert wird. Daraus lässt sich dann die Distanz abschätzen.

#### 1912

VESTO M. SLIPHER vom Lowell-Observatorium studiert die Bewegungen von ca. 50 «Spiralnebeln». Er bemerkt, dass die meisten von Ihnen sich mit sehr hoher Geschwindigkeit von uns weg bewegen.

#### 1916-1927

ALBERT EINSTEIN wendet seine frisch publizierte «Generelle Theorie der Relativität» auf das Universum an. In EINSTEINS Universum bleibt das Universum statisch, ohne jede Expansion oder Kontraktion. WILLEM DE SITTER entgegnet 1917 mit einem Modell eines expandierenden Universums, welches mit EINSTEINS Theorie in Übereinstimmung steht. In DE SITTERS Universum befindet sich allerdings keine Materie. ALEKSANDR FRIEDMANN und GEORGES LEMAITRE verbindet die theoretisch unbefriedigende Lösung von DE SITTER. Sie stellen ihr eigenes Modell für ein expandierendes Universum vor.

#### 1923

EDWIN HUBBLE am Mount Wilson-Observatorium in Kalifornien bestimmt 12 Cepheiden in den Spiralnebeln M31 und M33. Aus der Bestimmung der Distanzen schliesst er, dass es sich bei M31 und M33 um individuelle Galaxien handelt, welche sich weit ausserhalb unserer eigenen Galaxie befinden.

#### 1929

HUBBLE liefert die durch Beobachtungen erhärtete Tatsache, dass das Universum expandiert. Durch das Studium von 18 Spiralgalaxien entdeckt HUBBLE einen Zusammenhang zwischen der Bewegung der Galaxien in Relation zur Distanz der Galaxien. Er bemerkt, dass sich die Galaxien umso schneller von uns weg bewegen, je entfernter sie von uns sind. So bewegt sich zum Beispiel eine Galaxie, die 10 mal weiter entfernt ist als eine andere, 10 mal schneller von uns weg. HUBBLE nennt diesen Zusammenhang das «Geschwindigkeits-Distanz-Verhältnis». Heute sprechen die Astronomen vom Hubble-Gesetz. Das Verhältnis Geschwindigkeit zu Distanz wird als sogenannte «Hubble-Konstante» bezeichnet.

#### 1931

HUBBLE und MILTON L. HUMASON bestimmen die Helligkeit von Cepheiden in der Lokalen Galaxiengruppe sowie andere Sterne in M81, M101 und NGC2403. Sie berechnen die Hubble-Konstante zu 558 Kilometer pro Sekunde pro Megaparsec. Mit anderen Worten: Galaxien scheinen sich, je weiter wir in den Raum schauen, mit einer Geschwindigkeit von 585 000 km pro 3.26 Million Lichtjahre von uns zu entfernen.

#### 1954

Die Hubble-Konstante schwankt zwischen 558 und 280, als WALTER BAADE zeigt, dass HUBBLE unwissentlich zwei verschiedene Populationen von Cepheiden mit unterschiedlichen Verhältnissen zwischen Pulsationsrate und Hellig-

keit verwendet hat. Dadurch unterschätzte er die Distanz zu nahegelegenen Galaxien und somit auch die Grösse des Universums.

### 1956

Nach HUBBLES Tod nimmt sich ALLAN SANDAGE von den Carnegie-Observatorien in Kalifornien weiter der Frage nach dem Wert der Hubble-Konstanten an. Er entdeckt, dass es sich bei vielen der von HUBBLE verwendeten hellsten Sterne in Nachbargalaxien in Wirklichkeit um Sterngruppen oder durch Sterne beleuchtetes Gas handelt. SANDAGE verkleinert die Hubble-Konstante drastisch auf 75. Dies vergrössert die Distanzskala abermals. Eine kleine Hubble-Konstante hat zur Folge, dass das Universum langsamer expandiert und somit länger gebraucht hat, bis es die gegenwärtige Grösse erreichte.

### 1956-1994

Während der nächsten 4 Dekaden jagen verschiedene Astronomen hinter der Hubble-Konstanten her. Vor allem SANDAGE, GUSTAV A. TAMMANN von der Universität Basel, GÉRARD DE VAUCOULEURS von der Universität Texas und SIDNEY VAN DE BERGH in Kanada. SANDAGE und TAMMANN verkleinern die Konstante auf einen Wert von schliesslich rund 50. DE VAUCOULEURS und VAN DE BERGG, SANDAGES ehemalige Mitstreiter, erreichen einen Wert von rund 100. Eine Anzahl junger Astronomen (BRENT TULLY, RICHARD FISHER, MARC

AARONSON, JEREMY MOULD) betreten die Arena und beginnen, Werte zwischen 50 und 100 zu bestimmen. Die Astronomen realisieren, dass sie eine kosmische Backsteinmauer einzuschlagen hatten. Bodengestützte Teleskope können Cepheiden, die kosmischen Meilensteine, nur in nahegelegenen Galaxien auflösen. Die Astronomen erkannten, dass sie, um einen genauen Wert für die Hubble-Konstante zu erhalten, weiter in den Raum vordringen mussten. Eine der Aufgaben für das 1990 in die Erdumlaufbahn gebrachte Hubble Space Teleskop besteht darin, die pulsierenden Cepheiden in noch grösseren Distanzen zu beobachten. Mit dem HST sollte es möglich sein, Cepheiden in 10 mal weiter entfernten Galaxien zu beobachten, als es mit Hilfe von bodengestützten Teleskopen möglich ist.

### 1994

WENDY FREEDMANN von den Carnegie-Observatorien in Pasadena, ROBERT KENNICUTT von der Universität Arizona in Tucson und ein internationales Team von Astronomen teilen mit, dass es mit dem HST gelungen ist, Cepheiden in einer weiteren Entfernung als je zuvor zu beobachten. Die Beobachtungen gelangen in der Spiralgalaxie M100, einem Mitglied des Virgo-Haufens. Mit den ersten Beobachtungen wurde die Entfernung von M100 zu 56 Millionen Lichtjahren und die Hubble-Konstante mit 80 bestimmt.

### 1994 - 1999

Doch selbst mit dem Hubble-Teleskop gelang es nicht, die kosmischen Meilensteine (Cepheiden) in noch weiter entfernten Galaxien zu beobachten. So mussten die Astronomen FREEDMANN, MOULD und KENNICUTT eine andere Methode verwenden, um die «Kosmologische Distanz-Leiter» zu den Galaxien zu verlängern. Sie verwendeten Cepheiden in nahegelegenen Galaxien dazu, eine zweite Klasse von Meilensteinen, die sogenannten Supernovae vom Typ Ia, welche auch in weit entfernten Galaxien beobachtbar sind, zu eichen. 1996 meldete dann ein separates Team um SANDAGE einen Wert für die Hubblekonstante von 57-59.

### 1999

Das FREEDMANN-, MOULD- und KENNICUTT-Team meldet seine abschliessenden Messungen für die Expansionsrate des Universums. Die Astronomen bestimmen den Wert zu 70 mit einer Unsicherheit von 10%. Dieser Wert basiert auf der Beobachtung von 18 Galaxien, die weiteste in einer Entfernung von 65 Millionen Lichtjahren. Dabei wurden rund 800 Cepheiden neu entdeckt.

HUGO JOST-HEDIGER  
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

## Bibliographie

HST-Pressrelease 99/19

# Hubble vollendet die achtjährigen Bemühungen zur Messung der Expansionsrate des Universums

HUGO JOST-HEDIGER

Das Hubble-Team für das Schlüsselprojekt des Space Teleskops hat soeben bekanntgegeben, dass die achtjährigen Bemühungen zur präzisen Distanzbestimmung von weit entfernten Galaxien beendet sind. Diese Distanzmessungen an weit entfernten Galaxien sind unerlässlich, um das Alter, die Grösse und somit auch das Schicksal des Universums zu bestimmen.

«Vor Hubble konnten die Astronomen nicht entscheiden, ob das Universum 10 oder 20 Milliarden Jahre alt ist. Die Grössenskala für das Universum war so gewaltig, dass es den Astronomen unmöglich war, die vielen grundlegenden Fragen über den Ursprung und das even-

tuelle Schicksal des Universums zu beantworten», sagte der Teamleiter WENDY FREEDMAN von den Carnegie-Observatorien in Washington. «Nach all den vielen Jahren beginnen wir schliesslich das Zeitalter präziser Kosmologie. Nun können wir mit grösserer Sicherheit ein umfassenderes Bild über den Ursprung, die Evolution und das Ende des Universums gewinnen».

Diese präzisen Messungen sind der Schlüssel dazu, um etwas über die Expansionsrate des Universums, die sogenannte Hubble-Konstante, zu lernen. Die präzise Bestimmung der Hubble-Konstanten war eines von drei Hauptzielen, für welche das HST gebaut wurde.

Während den letzten 70 Jahren, seit EDWIN HUBBLE erkannte, dass sich die Galaxien voneinander weg bewegen, haben Astronomen versucht, diese Fluchtgeschwindigkeit genauer zu bestimmen. Während vieler Jahre bewegte sich das Messergebnis für die Hubble-Konstante zwischen 50 und 100 Kilometer pro Sekunde pro Megaparsec (1 Megaparsec entspricht 3,26 Millionen Lichtjahren).

Das Hubble-Team bestimmte die Hubble-Konstante zu 70 km/sec/mpc mit einer Ungenauigkeit von 10%. Dies bedeutet, dass sich die Galaxien mit einer Geschwindigkeitszunahme von ca. 250'000 km/h pro 3,26 Lichtjahre schneller von der Erde weg bewegen.

«Die Wahrheit ist dort draussen und wir werden sie finden», sagte Dr. ROBERT KIRSHNER von der Harvard-Universität. «Wir waren es gewohnt, mit einer Unsicherheit vom Faktor 2 zu leben, nun sind wir bei einer Unsicherheit von 10% angelangt. Eine Ungenauigkeit vom Faktor zwei ist, wie wenn man nicht wüsste, ob man ein oder zwei Füsse besitzt. 10% ist, wie wenn man nur noch