

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

**Artikel:** Hubble vollendet die achtjährigen Bemühungen zur Messung der Expansionsrate des Universums  
**Autor:** Jost-Hediger, Hugo  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-898257>

### **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:** 23.05.2025

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

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).

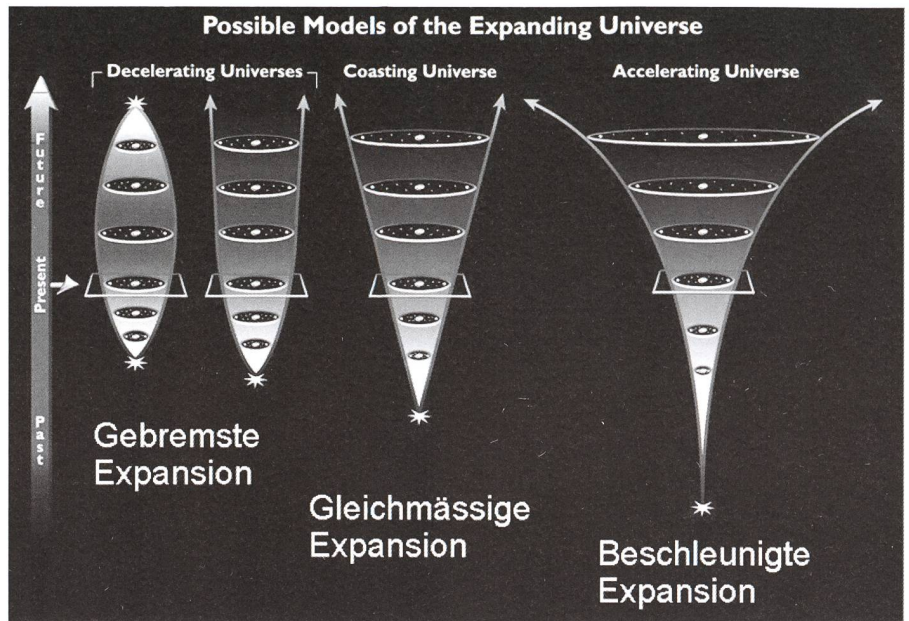
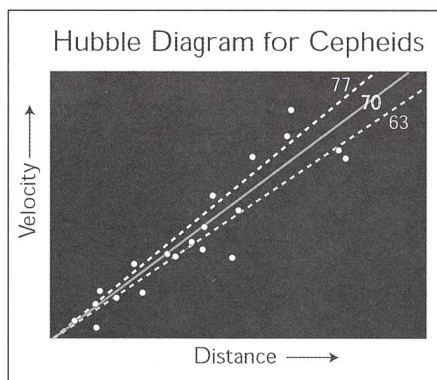
Das Hubble-Team bestimmte die Hubble-Konstante zu 70 km/sec/mpc mit einer Ungenauigkeit von 10%. Dies bedeutet, dass sich die Galaxien mit einer Geschwindigkeitszunahme von ca. 250'000 km/h pro 3,26 Lichtjahre schneller von der Erde weg bewegen.

«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

um einen Zeh diskutieren würde. Es ist ein Riesenschritt vorwärts.» fügte Dr. ROBERT KENNICUTT von der Universität Arizona, einer der Teamleiter, hinzu. «Die Dinge beginnen sich zu entwickeln. Der Faktor zwei der Unsicherheit ist vorbei.»

Das Hubble-Team beobachtete mit dem HST 18 Galaxien in einer Entfernung von bis zu 65 Millionen Lichtjahren. Sie entdeckten rund 800 neue Variable vom Typ der Cepheiden, einer speziellen Klasse von pulsierenden Variablen. Obwohl Cepheiden selten sind, werden sie als Standard-Sterne zur präzisen Bestimmung von Distanzen verwendet. Das Hubble-Team verwendete Sie dazu, verschiedene unterschiedliche Methoden zur Distanzbestimmung zu eichen.

«Unsere Resultate sind eine Rechtfertigung für das Hubble-Teleskop, welches auch für zukünftige Forschungen verwendet werden wird,» sagte Dr. JEREMY MOULD von der Nationalen Australischen Universität. «Es ist aufregend zu sehen, wie die unterschiedlichen Methoden zur Entfernungsbestimmung von Galaxien sich einander annähern, wenn sie mit Hilfe des HST kalibriert werden.»



Durch die Kombination der gemessenen Hubble-Konstanten mit der Materiedichte des Universums bestimmte das Team das Alter des Universums zu ungefähr 12 Milliarden Jahren, also gleich alt wie die ältesten Sterne. Diese Entdeckung räumt das lästige Paradoxon aus, welches bei früheren Altersbestimmung auftrat. Die Forscher nehmen an, dass die Altersbestimmung richtig ist, sofern die Dichte des Universum unterhalb der sogenannten «Kritischen Dichte» liegt, bei welcher das Universum genau zwischen ewiger Expansion oder Kollaps ausbalanciert ist. Oder aber, das Universum wird von einer mysteriösen Kraft durchdrungen, welche die Galaxien weiter voneinander entfernt. In diesem Fall würden die HST-Ergebnisse auf ein älteres Universum hindeuten.

Das Alter des Universums wird mit Hilfe der Expansionsrate, welche durch präzise Distanzmessungen bestimmt wird, berechnet. Das Ergebnis wird

dann dadurch verbessert, dass untersucht wird, ob die Expansion des Universums beschleunigt oder gebremst wird. Eine rasche Expansionsrate zeigt an, dass das Universum eine kürzere Zeit brauchte, um zur heutigen Grösse anzuwachsen. Dies bedeutet ein kleineres Alter als wenn das Universum langsamer expandieren würde.

Das Team des Hubble-Schlüsselprojekts ist eine Gruppe von 27 Astronomen von 13 verschiedenen Amerikanischen und anderen internationalen Instituten. Das «Space Telescope Science Institute» wird als Vereinigung verschiedener Forschungsstätten unter Mitwirkung der NASA und dem Goddard Space Flight Center betrieben.

HUGO JOST-HEDIGER  
Lingeriz 89, CH-2540 Grenchen

<b>Bibliographie</b>
STSCI Pressrelease 99/19

## Hubble beendet sein achttes Forschungsjahr

HUGO JOST-HEDIGER

Frühe Galaxien, weit entfernte Galaxien, explodierende Sterne, mysteriöse schwarze Löcher, kollidierende Galaxien. Seit seinem Start am 24. April 1990 hat das NASA Space Telescope uns mit seinen einmaligen Aufnahmen und Entdeckungen, welche uns einen faszinierenden Einblick ins Universum erlauben, sprachlos gemacht.

Um den achten Geburtstag des «Hubble Space Telescope» zu feiern, wurde ein Geschenk, eine farbige Aufnahme des Saturn mit der neuen Infrarot-Kamera des HST veröffentlicht. Ebenso wurde, gemeinsam mit einer Zusammenfassung der wichtigsten Entdeckungen des HST, eine Galerie der interessantesten Aufnahmen publiziert.

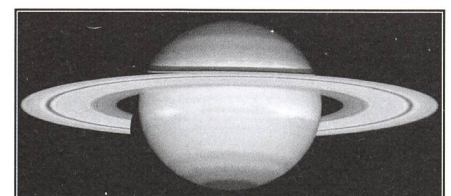


Fig. 1: Die Geschenkaufnahme des HST, Saturn mit der Infrarotkamera.

In den acht Jahren der Erforschung des Universums hat das 12,5 Tonnen schwere HST viele Meilensteine gesetzt. Nachfolgend einige der wichtigsten Fakten: