

SWR2 Wissen

Der Streit um die Hubble-Konstante –

Wie schnell explodiert das Universum?

Von Dirk Lorenzen

Sendung: Mittwoch, 9. September 2020, 08.30 Uhr

Redaktion: Sonja Striegl

Regie: Autorenproduktion

Produktion: SWR 2020

In schönen und weltweit akzeptierten Modellen haben Astrophysiker den Wert der Hubble-Konstante mit 67,4 berechnet. Doch der tatsächlich beobachtete Wert liegt bei 73,5. Ein Riesenproblem.

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter www.SWR2.de und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/swr2-wissen-podcast-102.xml>

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert. Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder swr2.de

Die SWR2 App für Android und iOS

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...
Kostenlos herunterladen: www.swr2.de/app

MANUSKRIFT

**[Musik: Morton Feldman „Piano and String Quartet“, Kronos Quartet;
Gesamtdauer 2'00]**

O-Ton 1 - Bruno Leibundgut:

„Die Hubble-Konstante ist die momentane Expansionsrate des Universums.“

O-Ton 2 - Adam Riess:

„So one of the only ways we can learn about the composition, the age and the fate of our universe is by watching it expand around us.“

Übersetzer 1:

Eine der wenigen Möglichkeiten, etwas über die Zusammensetzung, das Alter und das künftige Schicksal unseres Universums zu lernen, ist, seine Ausdehnung zu beobachten.

O-Ton 3 - Bruno Leibundgut:

„Ich glaube, die Leute haben es sich gemütlich gemacht mit dieser Dunklen Materie und der Kosmologischen Konstante. Das hat alles irgendwie schön gepasst. Aber, dass das wirklich das ultimative Modell sein soll, das hat überhaupt niemand gesagt.“

Ansage:

„Der Streit um die Hubble-Konstante – Wie schnell explodiert das Universum?“
Von Dirk Lorenzen.

Musik weg

Autor 1:

Die Hubble-Konstante. Sie gehört zum Rüstzeug einer jeden Astronomin und eines jeden Astronomen. Die Hubble-Konstante bestimmt den fundamentalen Zusammenhang zwischen der Entfernung einer Galaxie und ihrer Geschwindigkeit, mit der sie sich von uns fortbewegt. Nach der Urknalltheorie ergeht es den Galaxien im Weltraum wie Rosinen in einem aufgehenden Hefeteig. Das All dehnt sich aus und die Galaxien entfernen sich voneinander – und zwar umso schneller, je größer ihr Abstand ist. Für diese Verknüpfung sorgt die Hubble-Konstante. Doch welchen Zahlenwert sie hat, also wie schnell sich der Kosmos ausbläht, ist derzeit umstritten. Wieder einmal:

O-Ton 4 - Bruno Leibundgut:

„Die Diskrepanz ist vorhanden. Das ist ein ganz tolles kosmologisches, wissenschaftliches Problem, das wir sicher irgendwann einmal lösen müssen. Auch deshalb, weil das natürlich die Gefahr ist, dass wir das Universum noch nicht richtig verstanden haben. Das ist OK. Daraus kann man lernen.“

Autor 2:

Bruno Leibundgut hat sich schon vor 30 Jahren in seiner Doktorarbeit an der Universität Basel mit der Hubble-Konstante beschäftigt. Der erfahrene Beobachter

arbeitet an der Europäischen Südsternwarte ESO in Garching bei München. Nach der gegenwärtig populärsten Theorie zum Aufbau der Welt müsste die Hubble-Konstante etwas kleiner sein, als die Beobachtungen im Kosmos ergeben. Der Unterschied liegt bei etwa neun Prozent. Das mag nicht dramatisch klingen, ist aber zu viel, um es als Messungenauigkeit abzutun. Die Astronominen und Astronomen ringen um die Theorie, die sie entwickelt und liebgewonnen haben – die nun aber nicht mehr zu passen scheint. Es geht nicht nur darum, ob sich der Kosmos etwas schneller oder langsamer ausdehnt, sondern schlicht darum, ob unsere Vorstellung vom Universum zutreffend ist.

Akustischer Akzent

Autor 3:

Die Hubble-Konstante lässt sich auf zwei komplett unterschiedliche Arten bestimmen – und die führen zu sich widersprechenden Ergebnissen, erklärt Adam Riess. Er erhielt 2011 den Physik-Nobelpreis – im Alter von nur 42 Jahren – und ist am Institut des Hubble-Weltraumteleskops in Baltimore in den USA tätig.

O-Ton 5 - Adam Riess:

„We have realized a standard model of cosmology, Lambda CDM that is very powerful... leads to a prediction of the Hubble constant of sixty seven point four.“

Übersetzer 2:

Wir haben ein Standardmodell der Kosmologie, genannt Lambda CDM, das sehr erfolgreich ist und den Aufbau des Universums gut erklärt. Es basiert auf der kosmischen Hintergrundstrahlung, die kurz nach dem Urknall entstanden ist. Damit können wir ausrechnen, wie schnell sich das Universum heute ausdehnen sollte – und da liefern die genauesten Daten einen Wert von 67,4.

Autor 4:

67,4 lautet die erwartete Hubble-Konstante. Ihre Einheit ist etwas kurios: Kilometer pro Sekunde pro 3,26 Millionen Lichtjahre. Je 3,26 Millionen Lichtjahre nimmt also die Geschwindigkeit, mit der sich die Galaxien im All voneinander entfernen, um 67,4 Kilometer pro Sekunde zu. Über Hunderte Millionen oder gar Milliarden Lichtjahre Abstand kommt man da schnell auf Tausende oder Zehntausende Kilometer pro Sekunde. Soweit die Erwartung gemäß der Theorie. Adam Riess und viele Kolleginnen und Kollegen messen mit großem technischen Aufwand, wie schnell die Galaxien im All heute tatsächlich auseinanderfliegen.

O-Ton 6 - Adam Riess:

„We use the Hubble Space Telescope to observe those Cepheids variables in the hosts of 19 recent Type Ia supernovae... we get seventy three point five... a strong tension already with the Planck measurements plus Lambda CDM about four point two sigma.“

Übersetzer 3:

Mit dem Hubble-Weltraumteleskop beobachten wir viele Cepheiden-Sterne und Supernova-Explosionen. Damit lassen sich die Entfernung und die Geschwindigkeit

von Galaxien bestimmen. Unsere Daten ergeben eine Hubble-Konstante von 73,5 – und das passt nur mit einer Wahrscheinlichkeit von eins zu einer Million zum erwarteten Wert.

Autor 5:

Kurz gesagt: Der gemessene Wert liegt neun Prozent höher als der theoretisch erwartete. Die Theorie einfach über Bord zu werfen, traut sich derzeit niemand – denn sie passt zu schön, zu den vielen anderen Phänomenen im Kosmos; sie ist den meisten Fachleuten lieb und teuer. Diesen theoretischen Wert hat ein riesiges internationales Forscherteam ermittelt, das mit dem Satelliten Planck der Europäischen Weltraumorganisation ESA arbeitet. Silvia Galli vom Institut für Astrophysik in Paris spielte eine entscheidende Rolle bei der Datenanalyse:

O-Ton 7 - Silvia Galli:

„Planck is a satellite that does observe the cosmic microwave background for between 2009 and 2013... because all of these information has been incredibly helpful in constraining cosmology.”

Übersetzerin 4:

Der Planck-Satellit hat vier Jahre lang die kosmische Mikrowellenhintergrundstrahlung vermessen. Diese Strahlung ist entstanden, als das Universum erst etwa 300.000 Jahre alt war. Sie ist das Nachleuchten des Urknalls. Mit ihrer Hilfe lernen wir sehr viel über den Aufbau des Kosmos.

Autor 6:

Planck hat das minimale Leuchten der Hintergrundstrahlung an jeder Stelle des Himmels genauestens beobachtet. Diese Strahlung ist nicht gleichmäßig. Es gibt Bereiche, in denen sie etwas stärker ist, und andere, in denen sie schwächer leuchtet. Die Unterschiede sind sehr gering, aber in diesem kaum wahrnehmbaren Fleckenmuster ist der Aufbau der Welt codiert – und somit auch die Ausdehnung des Kosmos, also die Hubble-Konstante. Die haben Silvia Galli und ihr Team so präzise ermittelt wie niemand zuvor:

O-Ton 8 - Silvia Galli:

„We had a measurement of H_0 of sixty seven point three plus minus one point to be error bar was double... remained stable around 67. This is the best indirect detection or indirect determination of the Hubble constant.”

Übersetzerin 5:

Wir haben anfangs 67,3 für die Hubble-Konstante gemessen. Je genauer wir die Daten im Laufe der Jahre ausgewertet haben, desto kleiner wurde unser statistischer Fehler. Aber der Wert selbst hat sich kaum verändert. Wir sehen ihn bei rund 67 – und das ist die beste indirekte Bestimmung der Hubble-Konstante.

Autor 7:

Tatsächlich liefert die Analyse der Daten der Hintergrundstrahlung eine Art kompletten Bauplan des Kosmos. Aus dem Muster der helleren und der schwächeren Flecken folgen unter anderem Größe, Alter, Zusammensetzung und

Ausdehnung des Universums. Aber diese Werte kommen immer im Paket, man kann sie nicht einzeln bestimmen, sie beeinflussen sich gegenseitig. Und so ist das Ergebnis – wie Silvia Galli betont – indirekt. Denn es hängt vom Modell ab, auf dessen Basis die Astronomin und ihr Team die Daten auswerten. Es ist keine direkte, von theoretischen Annahmen unabhängige Messung. Bei der direkten Bestimmung der Hubble-Konstante beobachten die Fachleute die Galaxien am Himmel – aber auch diese Methode habe ihre Tücken, mahnt Bruno Leibundgut.

O-Ton 9 - Bruno Leibundgut:

„Es ist eine sehr, sehr schwierige Messung... Und wenn Sie diese kosmische Raumausdehnung messen wollen, dann müssen Sie auf kosmische Distanzen messen. Und da bleiben dann nur noch Galaxien als Messobjekte oder in unserem Fall halt Supernovae. Aber die sind halt sehr, sehr selten. Da muss man warten, bis man die wieder mal beobachten kann.“

Autor 8:

Das Zauberwort für die direkte *Messung* der Hubble-Konstante lautet „Standardkerzen“. Entfernungsmessungen sind im Grundsatz nicht schwierig. Alles, was man braucht, sind Objekte, von denen bekannt ist, wie stark sie vor Ort leuchten. Aus der beobachteten Helligkeit an unserem Himmel lässt sich dann die Entfernung berechnen. Faustregel: Je schwächer, desto weiter weg. Doch Sterne strahlen nicht alle gleich stark: Manche sind extrem hell, andere sind eher schwache Funzeln. Einige Objekte im All taugen allerdings tatsächlich zur kosmischen 100-Watt-Lampe, etwa eine besondere Art von Sternexplosionen, freut sich der amerikanische Astronom und Nobelpreisträger Adam Riess:

O-Ton 10 - Adam Riess:

„Type Ia supernovae are exploding white dwarf stars, which are at or near the Chandrasekhar limit... and gives you a very luminous, very standard for astronomy kind of explosion.“

Übersetzer 6:

Supernovae vom Typ Eins A sind explodierende Weiße Zwerge, die mit einem Begleiter einen Doppelstern bilden. Vom Begleiter strömt Materie auf den kompakten Weißen Zwerg. Hat er so viel Masse angesammelt, dass er die Grenze von 1,4 Sonnenmassen erreicht, dann wird er instabil und es gibt eine sehr leuchtkräftige und nach astronomischen Maßstäben stets gleiche Art von Explosion.

Autor 9:

Neben den Supernova-Explosionen sind Cepheiden die besten Objekte, um Entfernungen im All zu bestimmen. Dies sind pulsierende Sterne, die regelmäßig ihre Helligkeit verändern. 1912 hat Henrietta Leavitt entdeckt, dass die Cepheiden umso heller sind, je länger ihr Lichtwechsel dauert. Leavitt leistete exzellente Arbeit, war aber nur als Hilfskraft angestellt, weil Frauen damals eine wissenschaftliche Laufbahn an der Harvard-Universität verwehrt war. Bis heute sind die Cepheiden ein unverzichtbares kosmisches Maßband, um Entfernungen zu bestimmen – und damit auch die Hubble-Konstante.

Akustischer Akzent

Doch egal ob es um Beobachtungen von Cepheiden, Supernovae oder anderen Objekten geht: Der dabei ermittelte Wert passt nicht zu dem, der aus dem Weltmodell und den Daten des kosmischen Mikrowellenhintergrunds folgt. Die Urknalltheorie sagt eine langsamere Expansion voraus als Astronomen wie Adam Riess im Kosmos messen. Jetzt ist guter Rat teuer.

O-Ton 11 - Adam Riess:

„Could we live in a giant void that makes our local expansion rate look larger? Well, it would have to be about nine percent. ... but not a nine percent void. That would be ruled out at 10 or 15 sigma.“

Übersetzer 7:

Könnten wir in einer großen Lücke im Kosmos leben, in der es weniger Materie gibt als anderswo, und in der die Ausdehnung deswegen schneller erfolgt? Das sehen manche als Ausweg. Zwar gibt es durchaus Gegenden mit mehr und mit weniger Materie. Aber diese Leerräume könnten die Hubble-Konstante um nicht einmal ein halbes Prozent beeinflussen, keinesfalls um neun Prozent. Diese große Abweichung lässt sich damit absolut nicht erklären.

Autor 10:

Damit scheidet die eleganteste Lösung des Problems der hohen Hubble-Werte aus. Die langweiligste Lösung wäre, dass die Astronomen beim Beobachten bisher irgendwelche Fehler übersehen, die die Hubble-Konstante nur so hoch erscheinen lassen – etwa bei der Eichung der Entfernungen von Cepheiden und Supernovae. Das erscheint derzeit sehr unwahrscheinlich, aber es laufen weitere Beobachtungsprogramme, um wirklich auf Nummer sicher zu gehen. Und dann bliebe da noch die revolutionäre Lösung, erklärt Bruno Leibundgut.

O-Ton 12 - Bruno Leibundgut:

„Wenn das dann so bleibt, dann ist es natürlich klar, dass das kosmologische Modell, das wir im Moment benutzen, das wir auch gerne haben und mögen, entweder unvollständig oder falsch ist. Also es muss halt verbessert werden. Das ist nicht wirklich tragisch.“

Autor 11:

Nach dem Standardmodell der Kosmologie besteht das Universum – und damit wir Menschen, die Erde, die Sonne und alles, was wir im Weltall sehen – nur zu etwa fünf Prozent aus der normalen, wie man sagt baryonischen Materie. Dann gibt es 25 Prozent Dunkle Materie. Sie leuchtet nicht und verschluckt auch kein Licht, verrät sich aber indirekt über ihre Anziehungskraft. Und etwa 70 Prozent des Inhalts im Universum entfallen auf die Dunkle Energie, die ebenfalls nicht zu sehen ist und die das All immer schneller auseinandertreibt. Fazit: 95 Prozent des Kosmos sind komplett unbekannt. Keiner weiß, was physikalisch dahintersteckt.

O-Ton 13 - Bruno Leibundgut:

„Ich glaube, die Leute haben es sich zu gemütlich gemacht. Das hat alles irgendwie schön gepasst. Aber, dass das wirklich das ultimative Modell sein soll, das hat überhaupt niemand gesagt.“

Akustischer Akzent

Autor 12:

Im Jahr 1933 hat der Schweizer Astronom Fritz Zwicky, der in Kalifornien arbeitete, die Bewegung von Galaxien im Sternbild „Haar der Berenike“ untersucht. Dabei stellte er fest, dass dort wohl viel mehr Materie anziehend wirkt als in den Teleskopen zu sehen ist. Fritz Zwicky galt als etwas verschroben und scheute sich nicht, unkonventionelle Ideen zu äußern. Und so postulierte er, dass es im All große Mengen Dunkler Materie gäbe. Es dauerte Jahrzehnte, bis die meisten Forscher das ernst nahmen. Doch bis heute weiß niemand, woraus die Dunkle Materie besteht. Klar ist nur, dass es nicht die uns vertrauten Atome und Teilchen sind. Fritz Zwicky hat bis heute einen legendären Ruf – und so wurde Adam Riess kürzlich nach einem Vortrag gefragt, was wohl Fritz Zwicky von den Widersprüchen bei der Hubble-Konstante halten würde.

O-Ton 14 - Adam Riess:

„Oh, my gosh. It's always so difficult to guess what Zwicky would say. First of all, he would he would insult my intelligence, which would be fair. ... I think you would be stating with far more vigor.“

Übersetzer 8:

Oh, es ist immer schwierig einzuschätzen, was wohl Zwicky sagen würden. Erst einmal würde er sicher meine Intelligenz beleidigen, was in Ordnung wäre. Und dann? Er hätte keine Angst, Dinge zu sagen, die nicht ins allgemeine Bild passten. Ich glaube, er würde sagen, da läuft einiges falsch. Das Modell funktioniert nicht mehr. Er würde das mit viel mehr Nachdruck vertreten.

Autor 13:

Mit diesem Modell – Lambda Cold Dark Matter genannt – haben sich die Astronomen seit zwei Jahrzehnten bestens arrangiert. Demnach dominieren Dunkle Materie und Dunkle Energie das Universum. Ihre Wirkung passt bestens zu vielen Beobachtungen: Vor rund 14 Milliarden Jahren ist der Kosmos aus einem extrem dichten und heißen Zustand hervorgegangen, dem Urknall. Während das All sich immer weiter ausdehnte, kühlte das Gas ab und bildete Sterne, Galaxien – und irgendwann auch Planeten wie unsere Erde.

Akustischer Akzent

So weit, so gut – oder so schlecht. Denn genau dieses kosmische Idyll sagt eine niedrigere Hubble-Konstante voraus als die Astronomen messen – und lenkt damit schonungslos den Fokus auf einige Fragen, die die Fachwelt bisher weitgehend ignoriert hat.

O-Ton 15 - Bruno Leibundgut:

„Dunkle Materie, ist das jetzt wirklich ein Teilchen, das wir noch nicht entdeckt haben? Oder ist es wirklich eine Veränderung der Allgemeinen Relativitätstheorie? Und das ist im Moment noch offen. Würde ich sagen.“

Autor 14:

Stößt die kleine Abweichung bei der Hubble-Konstante womöglich die große Relativitätstheorie vom Sockel? So weit ist es noch lange nicht, aber allein, dass dieser Gedanke kursiert, wäre vor zehn oder 20 Jahren noch so gut wie unvorstellbar gewesen. Auch Michael Krämer, Professor für theoretische Physik an der RWTH Aachen, blickt etwas ernüchtert auf sein Fach:

O-Ton 16 - Michael Krämer:

„Dunkle Materie war bisher immer das Standard-Paradigma und die Suche war bisher erfolglos, muss man klar sagen. Es ist jetzt nicht konklusiv, dass es das nicht gibt. Aber wenn man in einer bestimmten Richtung sucht und nichts findet, dann sollte man auch mal anfangen nach links und rechts zu schauen, um auch Alternativen im Blick zu haben.“

Autor 15:

Mit Dutzenden von Experimenten haben die Physiker weltweit versucht, Teilchen der vermuteten Dunklen Materie aufzuspüren. Doch es gab nicht einmal vage Hinweise auf unentdeckte Partikel, obwohl sie nach der Theorie einen Großteil der Materie im Kosmos ausmachen sollen. Und so widmen sich nun mehr und mehr Forscher der zweiten Möglichkeit, um die Bewegung der Sterne und Galaxien im All zu verstehen. Danach stimmt etwas mit der altbekannten Schwerkraft nicht – eine Idee, die der israelische Physiker Mordehai Milgrom vom Weizmann-Institut in Rehovot Anfang der 80er Jahre aufbrachte:

O-Ton 17 - Mordehai Milgrom:

„I have been holding an opinion that goes against the main stream... you need to take modified form of dynamics that differs from Newtonian.“

Übersetzer 9:

Ich bin schon lange anderer Ansicht als der „Mainstream“ der Wissenschaft. Ich glaube nicht, dass es in Galaxien viel Dunkle Materie gibt. Vielmehr nutzen wir die falsche Physik. Die Bewegung der Galaxien lässt sich ganz einfach erklären, wenn wir die Gravitation etwas verändern, wenn also die Anziehungskraft etwas anders funktioniert als von Newton beschrieben.

Autor 16:

Mordehai Milgrom, in gewisser Weise ein Seelenverwandter von Fritz Zwicky, hat als junger Forscher die Dynamik von Galaxien untersucht. Ihn störte, dass nach der weit akzeptierten Theorie alle Galaxien in sehr ähnlichen Wolken aus Dunkler Materie eingebettet sein sollten – während die Galaxien selbst sehr unterschiedlich aussehen. So kam er auf die Idee, dass sich die Bewegung der Galaxien vielleicht auch anders erklären lässt als mit der Anziehungskraft hypothetischer Dunkler Materie.

Akustischer Akzent

In der MOND-Theorie, der Modifizierten Newtonschen Dynamik, ändert sich die Stärke der Gravitation mit dem Abstand der Massen. In unserem Alltag spielt das keine Rolle, wohl aber am Rande von Galaxien und in den Weiten des Kosmos. Es

gibt inzwischen eine ganze Reihe alternativer Gravitationstheorien, wie die Fachleute das nennen. Diese Ansätze erklären in der Tat einige Phänomene besser, als es Modelle mit Dunkler Materie können. Dafür scheitern sie oft an der Modellierung der großräumigen Struktur des Kosmos.

O-Ton 18 - Mordehai Milgrom:

„I always emphasize, it is almost only the beginning. There are still some things to desire that the theory leaves... different technical skills also join the camp to work on this, so they can bring new ideas.“

Übersetzer 10:

Ich betone immer, dass wir noch fast ganz am Anfang stehen. Es gibt noch immer große Lücken in der Theorie. Wir müssen sie erweitern, um den Kosmos als Ganzes zu beschreiben. Ich hoffe, dass jetzt Leute aus anderen Bereichen und mit anderen technischen Fähigkeiten bei uns mitmachen und neue Ideen einbringen.

Autor 17:

Die einst bestenfalls belächelten alternativen Theorien werden inzwischen zumindest ernst genommen – und, im Gegensatz zu früher, finanzieren nun auch Forschungsorganisationen Projekte, die sich diesem Thema widmen. Michael Krämer blickt mit Freude und Spannung auf die Entwicklung der nächsten Jahre – denn der gegenwärtige Stillstand der Physik lässt sich nur mit einem großen Schritt nach vorn beenden: Entweder werden doch noch Teilchen der Dunklen Materie aufgespürt – oder es zeigt sich, dass die Gravitation tatsächlich anders wirkt als gedacht.

O-Ton 19 - Michael Krämer:

„Das wäre eine sehr, sehr spannende Form von neuer Physik, ... denn wenn diese Theorien der modifizierten Gravitation weiter ausgearbeitet werden, plausibel auch kosmologische Dinge erklären können, dann wären die als Alternative zur Dunklen Materie auch attraktiv. Das hat dann indirekten Einfluss auf das, was wir untersuchen in der Teilchenphysik.“

Akustischer Akzent

Autor 18:

Doch so weit wollen es die meisten Astrophysiker nicht kommen lassen. Statt die alte Theorie aufzugeben und eine ganz neue zu entwickeln, mühen sie sich, die Risse im Weltmodell zu kitten. Einen Ausweg aus dem Hubble-Dilemma soll das „Modell X“ weisen. Es verändert die Bedingungen kurz nach dem Urknall so, dass der vorhergesagte Wert für die Hubble-Konstante ansteigt, am besten in Bereiche von deutlich über 70. Aber auch da ginge es um bisher unbekannte physikalische Phänomene, gibt Bruno Leibundgut zu bedenken.

O-Ton 20 - Bruno Leibundgut:

„Das wäre natürlich auch spannend, wenn Sie dann halt entweder ein steriles Neutrino hinzunehmen müssen oder noch mal eine Komponente ins Universum dazu

tun müssen oder frühe Dunkle Energie. Dann wäre also das Verhalten der Dunklen Energie anders. Klar, ist alles okay. Man muss das Universum nehmen, wie es ist.“

Autor 19:

Ob bisher unbekanntes Elementarteilchen, sich verändernde Dunkle Energie oder was auch immer: Diese Ansätze reichen kaum aus, um ein ernstzunehmendes neues Modell X zu entwickeln, bedauert die französische Astronomin Silvia Galli, vom Institut für Astrophysik in Paris:

O-Ton 21 - Silvia Galli:

„No one of the extensions of Lambda CDM, such as the number of relativistic species.....could actually account for this difference. And we didn't find any good candidate for this.“

Übersetzerin 11:

Keine dieser Ideen bringt die Hubble-Konstante deutlich höher als 68. Die Lücke zwischen dem vorhergesagten und dem beobachteten Hubble-Wert lässt sich auf diese Weise nicht schließen. Wir brauchen also schon größere Veränderungen in der Theorie. Aber die müssten so sein, dass wir die Stärken unseres bisherigen Modells behalten und zusätzlich etwas finden, was den Unterschied bei der Hubble-Konstante erklärt. Wir wissen einfach nicht, was das sein könnte.

Autor 20:

Sorgen also die Widersprüche bei der Hubble-Konstante doch für einen großen Umbruch in der Kosmologie? Es wäre nicht der erste. Bei der letzten Sensation war Adam Riess direkt beteiligt, damals noch als junger Nachwuchswissenschaftler.

O-Ton 22 - Adam Riess:

„In 1998, these two teams came to a remarkable conclusion.....or what we would call dark energy today.“

Übersetzer 12:

1998 haben zwei Forschergruppen herausgefunden, dass sich die Ausdehnung des Kosmos nicht – wie erwartet – in Folge der gegenseitigen Anziehung der Materie abbremst. Im Gegenteil: Das Universum beschleunigt, es dehnt sich immer schneller aus. Offenbar gibt es im Universum große Mengen einer abstoßenden Komponente. Das ist das, was wir heute Dunkle Energie nennen.

Autor 21:

Diese Dunkle Energie, die einst Adam Riess und zwei Mitstreitern den Physik-Nobelpreis einbrachte, kommt noch zur ohnehin schon rätselhaften Dunklen Materie hinzu. Allerdings hat diese Entdeckung einen Schönheitsfehler:

O-Ton 23 - Adam Riess:

„But what we don't really understand is it's fundamental physics. Why is it that the universe is accelerating? ... There's, of course, the large hundred twenty orders of magnitude mismatch between that. But, you know, we are working on that.“

Übersetzer 13:

Wir verstehen die Physik dahinter nicht. Warum beschleunigt das Universum? Da kommt es zu einer unheiligen Ehe von Quantenphysik und Relativitätstheorie. Demnach könnte es eine Vakuumenergie geben, die wie Gravitation wirkt, die aber nicht anzieht, sondern abstößt. Allerdings weicht die Vorhersage der Quantenfeldtheorie um 120 Größenordnungen von den Beobachtungen ab.

Autor 22:

Das entspricht einer 1 mit 120 Nullen. Um diesen Faktor unterscheidet sich der im All beobachtete Wert der Dunklen Energie vom theoretisch vorhergesagten. Dies sei, höhnen Kritiker, die schlechteste Vorhersage aller Zeiten. Kosmologie absurd: Bei der Hubble-Konstante ringen die Astronomen um eine Abweichung von neun Prozent. Bei der Dunklen Energie dagegen wird ein gigantischer Unterschied bisher schulterzuckend hingenommen. Aber vielleicht hilft gerade die Ausdehnungsgeschwindigkeit des Kosmos, etwas mehr über seinen Aufbau zu lernen. Womöglich sorgt die gute alte Hubble-Konstante für neuen Schwung beim Enträtseln von Dunkler Materie und Dunkler Energie.

O-Ton 24 - Bruno Leibundgut:

„Es ist eigentlich anmaßend, dass man das Gefühl hat, man hat das ultimative kosmologische Modell gefunden. Okay, das war vor 20 Jahren nicht so. Das war vor 50 Jahren nicht so. Und wieso soll es jetzt der Fall sein? Es wäre doch eigentlich auch enttäuschend, wenn wir sagen, wir haben das Universum verstanden. Insofern sind diese Probleme begeisternd. Das ist eine tolle Sache.“

Autor 23:

Auch Nobelpreisträger Adam Riess animiert seine Kolleginnen und Kollegen, den Konflikt bei der Hubble-Konstante nicht als Problem oder Gefahr anzusehen. Für ihn könnte die Kosmologie wieder kurz vor einer epochalen Wende stehen.

[Musik unter dem O-Ton bis zum Ende]**O-Ton 25 - Adam Riess:**

„Can we really believe these measurements without a deep theoretical idea? Well, you know, we can go back to the history of science... you get the the observational clue, but it takes us a while to become smart enough to solve it.“

Übersetzer 14:

Können wir diesen Messungen wirklich glauben, auch so ganz ohne Idee für eine theoretische Erklärung? In der Geschichte der Wissenschaft war viele Male klar, dass ein Modell gescheitert war oder dass man irgendetwas nicht verstanden hat – einfach aufgrund sehr genauer Beobachtungen. So war das zum Beispiel bei der Präzession der Merkurbahn. Manchmal liefern die Messdaten einen Hinweis, aber es dauert eine Weile, bis wir schlau genug sind, ihn zu verstehen.

Autor 24:

Jahrzehntelang grübelten die Forscher über eine minimale Abweichung der Bahn des innersten Planeten Merkur. Kaum ein Physiker oder Kosmologe nahm das

wirklich ernst – wer kümmert sich schon um einen kosmischen Krümel, wenn er das Weltall als Ganzes im Blick hat? Am Ende ließ sich der Lauf des kleinsten Planeten im Sonnensystem erst mit der großen Allgemeinen Relativitätstheorie verstehen. Mit etwas Glück könnte auch die Hubble-Konstante den Forscherinnen und Forschern die Augen öffnen, für eine ganz neue Sicht auf unser Universum.

* * * * *