

Quelle:

<https://www.heise.de/hintergrund/Missing-Link-Was-es-mit-der-radikalen-Theorie-zur-Dunklen-Energie-auf-sich-hat-8988403.html>

Vorbemerkung von Dr. Manfred Pohl

Den obigen Quellbeitrag aus dem Internetportal *Heise-Online* habe ich auszugsweise übernommen und mit Kommentaren (rot) versehen. Mit seiner Hilfe wird die Krise der theoretischen Physik gezeigt und es wird sichtbar, zu welchen Merkwürdigkeiten sie auch im 21. Jahrhundert noch führen kann. Noch immer ist zu beklagen, daß die Fachpresse auch weiterhin die Veröffentlichung von Beiträgen abweist, die sich kritisch mit dem Standardmodell der Kosmologie, dem sogenannten Mainstream, auseinandersetzen.

Missing Link:

Was es mit der radikalen Theorie zur Dunklen Energie auf sich hat

von Alderamin

Kommentare von Dr. Manfred Pohl

Vor einigen Wochen wurde ein neuer Erklärungsansatz für die sogenannte Dunkle Energie vorgelegt. Was es damit auf sich hat.

Im Februar 2023 veröffentlichten Duncan Farrah, Sara Petty, Kevin Croker und eine Reihe weiterer Autorinnen und Autoren zwei Aufsätze, in denen sie behaupten, die Quelle der Dunklen Energie beobachtungstechnisch dingfest gemacht zu haben. Das ist eine sehr steile These, die für einigen Medienrummel sorgte: "Erklären Schwarze Löcher die Dunkle Energie?" "Radikale Theorie schlägt Schwarze Löcher als die Quelle der mysteriösen Dunklen Energie vor." Was hat es mit ihren Beobachtungen auf sich, was ist der Hintergrund und was ist von ihrer Schlussfolgerung zu halten? Dies möchte ich im Folgenden beleuchten und dabei wie gewohnt etwas tiefer gehen.

Nicht immer ist es in dem Beitrag für mich leicht zu erkennen, wann der Autor das Thema ein wenig satirisch auf die Schippe nimmt, und wann er ein ernstgemeintes Statement abgibt. Vielleicht ist es genau das, was mir den Beitrag so sympathisch macht. Allenfalls kann man aber erkennen, daß er dem Standardmodell der Kosmologie nicht sehr kritisch gegenübersteht und den grundsätzlichen Postulaten der heute den Gang der Dinge bestimmenden Kosmologen zumeist Glauben schenkt. Ich nicht.

Deshalb gleich vorweggenommen: Die sogenannten Schlußfolgerungen von Duncan Farrah, Sara Petty, Kevin Croker und weiteren aus der „Beobachtung der dunklen Energie“ sind aus meiner Sicht entweder ein kapitaler Irrtum oder – was wohl unfreundlicher zu bewerten wäre – eine Täuschung der Öffentlichkeit. Es ist völlig klar, und die meisten Physiker haben das auch schon verstanden, daß es die hypothetische Annahme von Michael Stanley Turner, University of Chicago, aus dem Jahre 1998, die sogenannte „dunkle Energie“, nicht gibt. Sie ist zweckgebunden kreiert worden. Mit ihrer Hilfe sollte die für den Bewegungsablauf der vermeintlichen „beschleunigten Expansion“ des Universums fehlende Energie postuliert werden, weil man ungebrochen an der längst widerlegten Urknallhypothese festhalten will. Das ist noch heute so. Mit der logisch aus dem Urknall folgenden Expansion des Universums läßt sich aber dessen Energiebilanz ohne spektakulöse Annahmen nicht berechnen, es fehlt die Majorität von circa 70% der für diesen Bewegungsmodus erforderlichen Energie. In jeder

anderen Wissenschaft würde man ein Modell mit so gravierenden Mängeln verwerfen. Nicht so in der Kosmologie. Hier hält man axiomatisch an der Urknallhypothese fest – bietet sie doch eine ach so herrliche Übereinstimmung mit der katholischen Schöpfungs-idee – und versucht, die Fehler mit spekulativen, völlig realitätsfernen Postulaten zu kompensieren. Man versucht somit, einen bestehenden Fehler mit einem anderen Fehler zu beheben. Solche Vorgehensweisen können nicht auf Dauer funktionieren.

Krumme Geraden

Worum geht es eigentlich? Im Rahmen seiner 1919 veröffentlichten Allgemeinen Relativitätstheorie beschrieb Albert Einstein ein neues Modell für die Gravitation, welches das bis dahin verwendete Newtonsche Gravitationsgesetz nur noch als Spezialfall enthält. Im Kern besagen die Einstein'schen Feldgleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie, **dass Masse die Geometrie der Raumzeit verändert (also der drei Raumkoordinaten plus der Zeitkoordinate).**

Einstein selbst hat es so nicht gesagt, das waren andere. Man will also partout an dem Unsinn festhalten, der Raum oder auch die Zeit hätten eine „Geometrie“ oder auch eine „Struktur“, was immer das sein möge. Die Feldgleichungen, die Einstein aufgestellt hat, sind exakt richtig. Nur ihre Deutung, den Raum als ein Objekt anzusehen, das sich bewegen könne, ist abwegig, auch, wenn es Einstein anfangs damals selbst so gesehen hatte.

Die scheinbar krumme Bahn eines Objekts im Schwerfeld ist demnach nichts anderes als der kürzeste Weg zwischen zwei Raum-Zeit-Punkten in der gekrümmten Raumzeit-Geometrie. Solche kürzesten Linien nennt man in der Geometrie "Geodäten".

Dieser Auffassung kann man mit Einschränkungen folgen. Geodäten in der Astrophysik sind meines Wissens Linien, die entstehen, wenn man gekrümmte Wege der Materiebewegung in ein äquivalentes krummliniges Koordinatensystem überträgt, in dem sie dann als Gerade erscheinen. Allgemein erklärt sind in der Differentialgeometrie Geodäten Bahnen auf einer Fläche, bei denen überall die Hauptnormale dieser Bahn mit der Flächennormale zusammenfällt. Das tritt genau dann ein, wenn in jedem Punkt der Bahn die Krümmung gleich Null definiert wird. Auf diese Weise ist man in der Astrophysik mathematisch in die Lage versetzt, den Zusammenhang der Raumkoordinaten mit der Zeit (spezielle Relativitätstheorie) rechnerisch erfassen zu können. Unrichtig bleibt die Behauptung, der Raum sei ein materielles Objekt, das man drehen, krümmen, stauchen, dehnen usw. könne – kurz, dem man eine Bewegung zuordnen könne. Das ist der Raum nicht. Er ist kein „Behältnis“ für die Materie, das autark existieren kann, in das man die Materie hineinbringen oder aus ihm herausnehmen kann. Der Raum ist nichts anderes als eine Bedingung für die Existenz der Materie und ihrer Bewegung. Wäre er ein „Gefäß“ für die Materie und nähme man sie aus ihm heraus, dann hätte man auf der einen Seite die Materie ohne Raum und auf der anderen Seite den Raum ohne Materie. Beides ist aber Unfug, und jeder Physiker weiß das.

Die Masse beeinflusst sowohl die Raum- als auch die Zeitkoordinaten: Licht wird im Schwerfeld einer Masse abgelenkt und die Zeit läuft tiefer im Schwerfeld langsamer als weiter entfernt von der Masse (tatsächlich vergeht auf einer Geodäte zwischen zwei Raumzeitpunkten die wenigste Zeit aus Sicht eines Objekts auf dieser Bahn). Die korrekte Vorhersage des Betrags der Lichtablenkung von Sternenlicht bei der [durch Sir Arthur Eddington beobachteten Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919](#) sowie der Drehung der Hauptachse der Bahn des Merkurs bei seinem Umlauf um die Sonne verhalfen der Allgemeinen Relativitätstheorie zu einem fulminanten Durchbruch und erbrachten Einstein seinen Wissenschafts-Popstar-Status, der ihn selbst überlebt hat.

Gerechtfertigt. Denn Einsteins Erkenntnisse waren richtig, damals aber ziemlich unfaßbar, und viele verstanden nicht, was er entdeckt hatte. In der Folge führte das zu vielerlei Mystik und Fehldeutung, woran die Physik auch heute noch krankt.

Da das Universum mit im wechselseitigen Schwerfeld frei fallenden Massen bestehend aus Sternen und Gaswolken (und vermutlich noch erheblich mehr in Form unsichtbarer Dunkler Materie, was aber niemand zeigen kann) angefüllt ist, wird auch die Entwicklung des Universums auf größten Skalen durch die Gesetze der Allgemeinen Relativitätstheorie bestimmt. Um sie zu ergründen, muss man das Universum durch ein vereinfachtes Modell ersetzen, denn der Ansatz, die Einstein'schen Feldgleichungen direkt auf die enthaltenen Sterne und Galaxien anzusetzen, wäre vom Rechenaufwand her völlig hoffnungslos.

Das ist völlig richtig. Nun darf aber dieses vereinfachte Modell nicht geschaffen werden, indem man die Bewegungsgesetze der Materie in den Müll wirft und sie durch Spekulationen ersetzt. In einem solchen Modell muß man von den realen Bewegungsabläufen der Materie im Universum ausgehen, vor allem muß man davon Abstand nehmen, daß die Materie zu einem definierten Zeitpunkt entstanden sei. Man weiß heute sicher, daß der Energieerhaltungssatz und die Masse-Energie-Äquivalenz richtig sind. Deshalb sind Masse und Energie – die Materie also – Erhaltungsgrößen, heißt, sie können weder entstehen noch verschwinden. Die realitätsfernen Vorstellungen über eine sogenannte Singularität mit unendlicher Dichte sogenannter reiner Energie (soll heißen, Energie, die keine Masse habe), die vor 13,8 Milliarden Jahren aus unbekannter Ursache heraus zu expandieren begonnen haben soll, ist schon wegen der zweifelsfrei bewiesenen Masse-Energie-Äquivalenz nicht haltbar. Die Gleichung $E=m \cdot c^2$ sagt eindeutig aus, daß es Energie ohne Masse nicht gibt ($m = 0 \rightarrow E = 0$). Deshalb kann es eine solche Singularität nicht gegeben haben, denn die unendliche Energiedichte wäre dann auch eine unendliche Massendichte gewesen. Weil Gravitation eine Eigenschaft der Masse ist, folgte daraus eine unendliche innere Gravitation, mit der eine Expansion ausgeschlossen werden müßte. Aus dieser elementaren Erwägung heraus kann die Urknallhypothese nicht richtig sein. Die logisch aus ihr hervorgehende Expansion des Universums gibt es folglich auch nicht. Alle diese Spekulationen werden derzeit aufrechterhalten, weil die von Edwin Hubble im Jahre 1929 entdeckte Rotverschiebung der Spektren entfernter kosmischer Objekte noch immer falsch interpretiert wird. Die sogenannte Doppler-Erklärung der Rotverschiebung auf Grund der Fluchtgeschwindigkeit der Objekte ist nicht zutreffend. Hubble selbst hatte diese Erklärung schon 1930 in Zweifel gestellt und andere Ursachen favorisiert. Dazu sagt auch der Autor über ihn in einer anderen Arbeit: „*Er schloss aus seiner Beobachtung jedoch nicht auf die Expansion des Universums, sondern vermutete einen anderen, noch unerklärten, entfernungsabhängigen Effekt. Es erschien ihm absurd, dass sich alle Galaxien von der Erde entfernen sollten.*“ In der Tat läßt man ja bei der gegenwärtig etablierten Erklärung ein Naturgesetz unter den Tisch fallen, dem jegliche Strahlung unterliegt: das Absorptionsgesetz, das Bestandteil des Lambert-Beerschen Strahlungsgesetzes ist. Das Absorptionsgesetz sagt aus, daß in einem homogenen Medium die Menge dI der in einer Schicht der Dicke dr absorbierten Photonen in der Distanz r proportional zur dort bestehenden Teilchenstromdichte $I(r)$ der Strahlung ist: $dI/dr = -\mu \cdot I(r)$ (μ – Absorptionskoeffizient des Mediums). Die Lösung dieser Differentialgleichung ist $I(r)=I(0) \cdot e^{-\mu r}$. $I(0)$ ist die am Abstrahlungspunkt herrschende Strahlungsintensität. $I(r)$ ist die Strahlungsintensität in der Entfernung r vom Abstrahlungspunkt. Möge hierin auch μ sehr klein sein, so ist aber wegen der enormen Distanzen r der Exponent μr nicht vernachlässigbar. Bezieht man das Absorptionsgesetz in die

Berechnungen ein, so erhält man die Proportionalität der Rotverschiebung zur Entfernung der Objekte, wie Hubble nachweislich beobachtet hatte, nicht aber zu ihrer Fluchtgeschwindigkeit. In der gegenwärtig praktizierten theoretischen Physik wird der durch die Absorption der Strahlung eintretende Energieverlust $\Delta E = h \cdot \Delta f$ auf den Durchquerungswegen durch das Medium in die Berechnung der Rotverschiebung nicht einbezogen, trivialdeutsch: wird ignoriert (h – Plancksches Wirkungsquantum, Δf – dem Energieverlust ΔE äquivalente Frequenzverschiebung). Dieser Energieverlust definiert die Rotverschiebung. Nachhaltig unbrauchbar ist aus diesem Grund auch die unablässig wiederholte Behauptung, die Expansion des Universums sei „beobachtet“ worden. Das ist sie nicht. Beobachtet worden ist die Rotverschiebung, die Expansion ist durch deren Fehlbeurteilung geschlußfolgert worden.

Das vereinfachte Modell geht von einer gleichmäßigen Verteilung der Masse im Universum aus, was auf allergrößten Skalen annähernd erfüllt ist. Zwar ist die Materie im Kleindimensionalen auf Planeten, Sterne und aus ihnen bestehenden Galaxien komprimiert, welche ihrerseits ein Geflecht aus Galaxienhaufen bilden, die riesige Leerräume (Voids) umgarnen. Aber dieses "kosmische Netz" ist über Abmessungen von Milliarden Lichtjahren recht gleichförmig gesponnen, ein wenig wie ein poröser Schwamm. Das Modell vernachlässigt nun die Löcher im Schwamm und ersetzt alle Materie durch ein gedachtes Gas, das den gesamten Raum gleichmäßig erfüllt. Wie ein solches Gas die Raumzeit krümmt, wird durch die Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker-Metrik (FLRW-Metrik) beschrieben, welche die Lösung der Einstein'schen Feldgleichungen für genau diese Annahme ist.

Ein solches gedachtes Gas ist in der Tat ein brauchbarer Ansatz, um die Materiebewegung mathematisch beschreiben zu können. Man ist nun in der Lage, den Zusammenhang der räumlichen Bewegung mit der Zeit zu erkennen, vor allem sieht man, daß die Zeit keine absolute Größe ist, sondern von der Betrachtung der Materiebewegung in verschiedenen Inertialsystemen abhängt. Das ist meiner Auffassung nach die bedeutendste Entdeckung Einsteins. Nun aber diesen Zusammenhang als „Krümmung der Raumzeit“ zu interpretieren, ist in keiner Weise eine Wahrheit, bei milder Beurteilung ist es ein irreführender terminologischer Mißgriff, denn der Raum ist kein materielles Objekt, das man krümmen kann. Näheres dazu unter <http://hauptplatz.unipohl.de/Wissenschaft/Raumkruemmung.pdf>.

Die FLRW-Metrik sagt für ein allein mit Masse angefülltes Universum voraus, dass es nicht stillstehen kann. Es **muss** kollabieren – es sei denn, dass es zu Beginn expandiert, also die enthaltene Masse auseinanderstrebt und dabei die Raumzeit mit sich zieht.

Sicher ist hierin die Erkenntnis, daß die Materie des Universums nicht stillstehen kann. Daß sie aber kollabieren **muß**, sehe ich nicht. Die Bewegung der Materie erklärt sich, indem man die Bewegung der kosmischen Körper nach der Differentialgleichung des Zwei-Körperproblems – der ausschließlich durch ihre Gravitation hervorgerufenen Bewegung zweier Massen im kräftefreien Raum – berechnet und diese Berechnung auf große Körperzahlen erweitert. Hierin ist letztlich das Kollabieren ein Sonderfall, der für Randbedingungen der Differentialgleichung eintritt, die zur Kollision von Objekten führen. Für alle anderen Randbedingungen, deren Anzahl sehr viel größer ist, entsteht eine allgemeine Rotation. Sie ist im Zusammenwirken vieler Körper, Objekte oder Gasmassen chaotisch und erzeugt eine allgemeine Zentrifugation, die mit der Gravitation in einem dynamischen Gleichgewicht ist. Diese beiden Kräfte bedingen die ständige Bewegung der kosmischen Objekte. Die Rotation aber kann im Universum tatsächlich

beobachtet werden: Es ist noch kein einziges kosmisches Objekt gefunden worden, das nicht rotiert.

Und das „mit sich ziehen“ der Raumzeit durch die auseinanderstrebende Masse ist aus meiner Sicht ein logisches Salto mortale. Die „Raumzeit“ wird damit materialisiert. Sie wird erklärt, als existiere sie selbständig, hänge sich an die Masse an und bewege sich mit ihr zusammen. Das ist konfus. Tatsächlich bewegt sich die Materie, und nur die Materie kann sich bewegen. Jede Bewegung hat eine Dauer. Um diese Dauer beschreiben zu können, und um sie quantitativ zu erfassen, hat der menschliche Intellekt den Begriff *Zeit* eingeführt und ihm eine Maßeinheit zugewiesen – die Sekunde. Eine „gemeinsame Bewegung“ der Masse mit der Zeiteinheit ihrer Bewegungsdauer ist ein in der Erklärung selbst befindliches unauflösbares Dilemma. Mit solcher Mystik wird das physikalische Denken ausgeschaltet.

Für ein expandierendes Universum gibt es drei mögliche Entwicklungen:

Die oben beschriebene chaotische Materiebewegung sowie auch die beschriebene Unmöglichkeit eines Urknalls widerlegt die Auffassung von einer allgemeinen Expansion des Universums. Ohne die Hypothese über einen Urknall ist die Expansion nicht begründbar, Die nachfolgend beschriebenen drei Entwicklungen haben deshalb keinen physikalischen Inhalt.

Nebenbei bemerkt ist in diesem Zusammenhang auch das immer wieder erklärte Postulat von der Entstehung der Materie aus Nichts eine widersinnige Auffassung, die man wohl in einer Religion indoktrinieren kann, in einer Naturwissenschaft aber hat sie keine Basis. Ein solches Postulat ist gleichwertig mit dem inhaltslosen Gerede über die „Entstehung“ des Raumes und der Zeit und sogar über die „Entstehung“ der Naturgesetze, die es einst nicht gegeben haben soll. Mit solchen Darstellungen werden Raum und Zeit, und sogar die Naturgesetze, unzulässig materialisiert, sie müssten dann letztendlich eine Masse haben.

- Oberhalb einer kritischen Dichte verlangsamt sich die Expansion immer weiter, kommt irgendwann zum Stillstand, und kehrt sich zum Kollaps um, so wie ein hoch geworfener Ball einen höchsten Punkt erreicht und dann wieder herunterfällt.
- Unterhalb der kritischen Dichte wird die Expansion zwar ebenfalls langsamer, kommt aber nie zum Stillstand, da sich die Dichte im Universum so rasch verringert, dass die wechselseitige Gravitation schneller abnimmt, als sie die Expansion zum Stillstand bringen könnte. Dies entspricht einer interplanetaren Raumsonde, die nach dem Einschuss auf ihre Bahn die Erde mit mehr als deren Fluchtgeschwindigkeit hinter sich lässt und dabei zwar langsamer wird, aber dem Schwerefeld der Erde schließlich entkommt.
- Und schließlich bei genau der kritischen Dichte konvergiert die Expansion gegen die Geschwindigkeit 0, die aber erst im Unendlichen erreicht wird, wie eine Raumsonde, die die Erde mit exakt Fluchtgeschwindigkeit verlässt und im Unendlichen zum Stillstand käme.

Welche der drei Möglichkeiten in unserem Universum vorliegt, wollten zwei Gruppen von Astronomen in den 1990ern mithilfe des neuen Hubble-Teleskops herausfinden. In jedem der drei Fälle muss sich die Expansion verlangsamen und das Maß der Verlangsamung erlaubt, zwischen ihnen zu unterscheiden. Außerdem lässt sich bei Kenntnis der Expansionsentwicklung zurückrechnen, wann das gesamte Universum in einem Punkt vereint gewesen sein muss und somit, wie lange der Urknall zurückliegt.

Schwer vorstellbar, daß der Autor bei dieser Erklärung nicht verstohlen schmunzelt. Man muß ja davon ausgehen, daß es eine allgemeine Expansion des Universums nicht geben kann, und ohne die Expansion kann man die Rückrechnung nicht ausführen, weil es ja zu keiner Zeit eine zeitlich rückwärts extrapolierbare Materiekonzentration gegeben haben kann. Diese Rückrechnung ist also gegenstandslos. Wenn ich in meiner Backröhre einen aufgehenden Hefekuchen beobachte, der unablässig an Größe gewinnt, werde ich dann die Frage stellen, wann er in einem Punkt vereint war? Ich werde auch kaum nach mathematischen Manipulationen suchen, mit denen ich feststellen könnte, wie lange das zurückliegt.

Das Universum gibt Gas

Um die Expansionsgeschichte des Universums zu messen, blickten die beiden Teams in die Ferne und damit auch in die Vergangenheit und konnten somit direkt beobachten, wie schnell das Universum zu vergangenen Zeiten expandierte. Dazu mussten sie für zahlreiche Galaxien deren Entfernung und die Rotverschiebung ihres Lichts bestimmen, die ein Maß dafür ist, um wie viel das Universum seit der Aussendung des Lichts gewachsen ist.

Nein. So wird das nichts. Eher hätten sie fragen müssen, wieviel Energie die Strahlung beim Durchqueren des Raums verloren hat (Absorptionsgesetz, siehe oben).

Denn die Expansion des Universums zieht die Wellenlänge des Lichts auseinander, während es sich durch den anwachsenden Raum bewegt. Langwelliges Licht ist rot, daher spricht man von der Rotverschiebung des Lichts.

Das ist zwar nicht im Prinzip falsch, ist aber hier zweitrangig, weil die angenommene Fluchtgeschwindigkeit der strahlenden Objekte nicht beweisbar ist. Eindeutig ist aber, daß der Energieverlust die Wellenlänge vergrößert ($\Delta E = h \cdot \Delta f$, siehe oben).

Außerdem: Der Raum „wächst“ nicht an, denn er ist kein materielles Objekt, dem man Bewegungen und Strukturen zuordnen könnte. Diesen Grundirrtum beleuchte ich etwas weiter unten genauer.

Die Rotverschiebung ist leicht zu messen: Fast alle Sterne enthalten ein charakteristisches Muster kräftiger dunkler Spektrallinien des Wasserstoffs in ihrem Lichtspektrum, deren intrinsische Wellenlänge bekannt ist. Findet man sie zu größeren Wellenlängen hin versetzt, so sind sie rotverschoben. Die Rotverschiebung z misst die relative Vergrößerung der ursprünglichen Wellenlänge in Einheiten der Wellenlänge selbst: $z=1$ bedeutet, dass die Wellenlänge um 100 % größer geworden ist, also um den Faktor 2. $z=2$ entsprechen 200 % Zunahme oder einem Faktor 3 etc. Findet man eine Galaxie bei $z=1$, weiß man, dass das Universum zur Zeit der Aussendung ihres Lichts nur halb so groß war wie heute, denn die Wellenlänge hat sich auf dem Weg zu uns verdoppelt. Um die Größe des Universums relativ zu heute anzugeben, verwenden die Kosmologen den Skalenfaktor a , den wir später noch brauchen werden. Bei $z=1$ war der Skalenfaktor $\frac{1}{2}$, das Universum war halb so groß wie heute. Es gilt die einfache Beziehung $a=1/(z+1)$.

Einige dieser Erklärungen sind mir suspekt. Man kann, wie ich das sehe, gar nicht von einer „Größe“ des Universums sprechen, wir sprächen ja dann von einem „ganzen“ oder „gesamten“ Universum. So etwas gibt es aber nicht, weil, wie bekannt, das Universum in alle Richtungen unendlich ausgedehnt ist. Siehe dazu auch <http://hauptplatz.unipohl.de/Wissenschaft/WesenMaterie.pdf>.

Die Rotverschiebung und der aus ihr folgende Skalenfaktor sagen uns also, um wie viel das Universum gewachsen ist, seit das Licht einer fernen Galaxie auf den Weg zu

uns ging. Aber wie lange hat das gedauert? Dazu müssen wir die Entfernung der Galaxie kennen, denn daraus folgt, wie lange das Licht unterwegs war. Die Entfernung von Galaxien in Milliarden Lichtjahren Entfernung lässt sich am genauesten anhand von Supernovae eines bestimmten Typs bestimmen, der als Ia bezeichnet wird. Typ-Ia-Supernovae zeichnen sich (wie alle Typ-I-Supernovae) durch das Fehlen von Wasserstofflinien im Spektrum aus: hier explodiert ein Stern, der kaum Wasserstoff enthält. Außerdem hat der Verlauf ihrer Lichtkurve eine charakteristische Form, die von radioaktivem Nickel und Kobalt herrührt, welche die Explosionswolke aufheizen und mit charakteristischen Halbwertszeiten zerfallen – daran kann man sie erkennen.

Als zugrunde liegende Prozesse werden vor allem zwei Szenarien angenommen: Entweder zapft ein Weißer Zwerg, also ein alter Stern vom Solnentyp, der nur noch aus dem wasserstoffarmen Kern seines Vorläufers besteht, Gas von einem nahen Begleitstern ab, bei dem es sich um einen zum Roten Riesen angeschwollenen Stern handelt; wenn sich genug Gas auf dem Weißen Zwerg angesammelt hat, überschreitet er irgendwann die nach dem indischen Astronomen Chandrasekhar benannte Masse von 1,4 Sonnenmassen, bei der das Eigengewicht des Sterns so groß wird, dass er zu einem Neutronenstern kollabieren muss, und genau dies zündet die Supernova.

Ein alternativ vorgeschlagener Prozess ist die Kollision zweier Weißer Zwerge, etwa als enge Doppelsternpartner, die aufeinander zu driften, bis einer davon zerbricht und sein Gas auf den anderen hinunterströmt, was diesen ebenfalls die Chandrasekhar-Grenze überschreiten lässt. Da die Masse zur Zeit der Explosion in beiden Fällen stets gleich groß ist, haben diese Supernovae alle die gleiche Leuchtkraft, so dass sie sich als Standardkerzen zur Entfernungsbestimmung eignen. Und die sind so hell wie eine ganze Galaxie, weshalb man sie Milliarden Lichtjahre weit sehen kann. Aus der bekannten Leuchtkraft und der beobachteten Helligkeit folgt die Entfernung, denn je weiter entfernt eine Lichtquelle ist, desto dunkler erscheint sie.

So vermaßen das Supernova Cosmology Project um Saul Perlmutter und das High z Supernova Search Project von Adam Riess Anfang der 1990er einige Dutzend Supernovae und bestimmten ihre Entfernung und Rotverschiebung, um daraus die Verlangsamung der Urknallexpansion zu bestimmen. Verblüffenderweise fanden die beiden Gruppen unabhängig voneinander, dass sich die Expansion mitnichten verlangsamte, sondern im Gegenteil beschleunigte!

Hier erneut wieder der schon bekannte Fehlschluß über die vermeintliche Expansion. Spätestens an dieser Stelle hätten sie nämlich erkennen können, daß die Dopplererklärung der Rotverschiebung nicht richtig sein kann. Das jedoch hätte nur gelingen können, wenn sie nicht in den Spekulationen um eine „dunkle Energie“ gefangen gewesen wären.

Wie war das möglich? Die Einstein'schen Feldgleichungen sehen auch diesen Fall vor. Einstein selbst hatte diese Hintertüre in seiner Allgemeinen Relativitätstheorie gefunden, um das nach damaliger Auffassung (die auch Einstein teilte) statische Universum vor dem Kollaps zu retten. Durch eine Konstante, die dem Vakuum eine abstoßende Gravitation zuordnete, konnte er die Eigengravitation der im Universum enthaltenen Masse genau austarieren, sodass "sein" Universum nicht kollabierte.

Spekulationen über Spekulationen, und alle nur zu dem einen Zweck, das wacklige Gebäude der Urknallhypothese zu erhalten und zu bewahren.

Als [Georges Lemaître](#) und Edwin Hubble dann die Expansion des Universums nachwiesen, verwarf Einstein umgehend seine "kosmologische Konstante" wieder, die er

später als seine "größte Eselei" bezeichnete – hätte er doch die Raumexpansion vorhersagen können.

Die Expansion ist niemals „nachgewiesen“ worden. Und eine „Raumexpansion“ gibt es nicht, weil der Raum kein Objekt, kein Körper ist. Diese sogenannte „Raumexpansion“ eröffnete ja dann auch die Möglichkeit, eine „Inflationsphase“ nach dem Urknall zu postulieren, in der sich die Materie mit einem Vielfachen der Lichtgeschwindigkeit bewegt haben soll. Wie zur Entschuldigung fügte man an: „*Natürlich kann sich entsprechend der Relativitätstheorie die Materie im Raum nur mit Lichtgeschwindigkeit ausbreiten. Auf den Raum selbst trifft dies aber nicht zu. Er kann sich inflationär ausdehnen und nimmt dabei die Materie mit*“. Im Angesicht solchen Geredes bin ich manchmal der Resignation sehr nahe. In einer Naturwissenschaft kann man solche Ungereimtheiten nicht unterbringen.

Georges Edouard Lemaitre, belgischer Jesuitenpater, ein Mann der Kirche also, war schon im Jugendalter von der Idee beseelt, die katholische Schöpfungslehre mit der Wissenschaft in Übereinstimmung zu bringen. Durch sein Charisma und mit der Unterstützung des Klerus war es ihm schließlich gelungen, seiner Idee von einem „Ur-Atom“, das durch „*ständige Teilung die gesamte Masse des Universums*“ hervorbringen sollte, zum Durchbruch zu verhelfen. Dafür war ihm auch die einige Jahre zuvor entdeckte Kernspaltung sehr hilfreich. Die Kernspaltung wurde im Dezember 1938 am Kaiser-Wilhelm-Institut (KWI) für Chemie, heute Max-Planck-Institut, entdeckt. Otto Hahn und sein Mitarbeiter Fritz Straßmann bestrahlten Uran mit Neutronen und stellten fest, daß dabei Spaltprodukte wie zum Beispiel Barium entstanden waren.

Ich habe den durch Lemaitre ausgelösten Prozeß damals selbst miterlebt, habe trotz meines jugendlichen Alters mit Verwunderung zur Kenntnis genommen, wie viele Menschen sich einer solchen Irrlehre anschließen konnten. Auch die meisten Physiker unterlagen am Ende dieser Vorstellung. Diese Vorgänge haben mich herausgefordert, mich intensiver denn je mit den Fragen zu befassen. Mein Physikstudium hat dann sein übriges getan. Nun forsche und recherchiere ich in diesem Metier seit über 60 Jahren und bin immer aufs neue erstaunt, wie hartleibig sich alle diese Irrtümer in der Gesellschaft behaupten können. Fortan war die Urknallhypothese zu einem Axiom erklärt worden, das nicht mehr hinterfragt wurde. Das ist bis heute ungebrochen. „Der Urknall ist sicher“, beruhigte man sich immer wieder selbst. Und wenn er denn sicher ist, muß logisch die Expansion des Universums folgen. Ich hatte aber oben schon gezeigt, daß es einen solchen Knall nicht gegeben haben kann. Diese Erkenntnis nimmt langsam Gestalt an. Deshalb bemüht man heute das Argument, die Urknallhypothese sei das Modell, das die kosmischen Verhältnisse am besten beschrieb. Nun, den fehlenden Wahrheitsgehalt der Aussage habe ich schon beschrieben, weiter unten werde ich ihn noch vertiefen.

Aber so ganz aus der Luft (oder besser dem Vakuum) gegriffen ist die kosmologische Konstante nicht. In den Gleichungen der Allgemeinen Relativitätstheorie verursacht nämlich nicht nur Masse eine Raumzeitkrümmung. Ebenso tut dies Energie, denn Energie und Masse sind in der Relativitätstheorie äquivalent.

Die Einschränkung auf die Relativitätstheorie ist nicht korrekt. Masse und Energie sind äquivalente Darstellungsformen der Materie. Für diesen Zusammenhang ist es gleichgültig, in welchem Inertialsystem ihre Bewegung abläuft.

Einer Masse m entspricht bekanntlich eine Energie $E=mc^2$. Aber es gibt noch weitere Größen, die die Raumzeit verformen.

:

:

Es gibt aber leider ein größeres Problem: Was qualitativ stimmig erscheint, muss in einer plausiblen physikalischen Theorie auch quantitativ ableitbar sein, zumindest in der richtigen Größenordnung. Und das scheitert im Rahmen der derzeit bekannten Physik leider kolossal: Das Standardmodell der Elementarteilchenphysik, ist eine der exaktesten physikalischen Theorien, die jemals entwickelt wurden und ihrer Hilfe konnte beispielsweise die Größe des magnetischen Moments des Elektrons auf 8 Nachkommastellen genau berechnet werden, wozu insbesondere die Beiträge virtueller Teilchen berücksichtigt werden müssen. Aus diesem Modell folgt auch der Wert für die Vakuumenergie. Und gemäß dieser Berechnung ist er um den Faktor 10^{120} größer als der beobachtete Wert. Das ist die zurzeit größte Differenz zwischen einer physikalischen Vorhersage und der zugehörigen Messgröße, die wir kennen.

Die Ursache für diese Diskrepanz ist ganz zweifelsfrei die falsch verstandene Bewegungsart der kosmischen Materie. Wenn man deren Parameter für die Berechnung der Vakuumenergie verwendet, kann man nichts Brauchbares erwarten.

Aber die beschleunigte Expansion ist real, messbar und daher unzweifelhaft.

Und genau das ist der kardinale Fehler, der sich in der gesamten theoretischen Physik festgesetzt hat. Auch das oben genannte Problem wird dadurch hervorgebracht. Tatsächlich ist die beschleunigte Expansion **nicht real**, sie ist auch **nicht meßbar**, denn sie beruht auf einer Fehldeutung eines real beobachteten Vorgangs, der Rotverschiebung. Die Behauptung, die beschleunigte Expansion des Universums sei beobachtet worden, ist im Ansatz falsch. Es ist, einfach ausgedrückt, eine unwahre Behauptung. Beobachtet worden sind die Rotverschiebung und ihr Zusammenhang mit der Entfernung der Objekte, mehr nicht. Alles Weitere wurde mit falschen Interpretationen daraus abgeleitet, so daß an der Expansion **hinreichende Zweifel** bestehen müssen. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß für die „*Entdeckung der beschleunigten Expansion des Universums*“ 2011 ein Nobelpreis für Physik vergeben wurde. Man verstehe mich bitte nicht falsch. Der Nobelpreis für das Team Saul Perlmutter, Brian P. Schmidt und Adam G. Riess war für ihre wissenschaftliche Arbeit um die Beobachtung von Supernovae des Typs 1a und der Ableitung ihrer Eigenschaft als kosmische Standardkerzen ganz zweifellos gerechtfertigt, aber die Begründung „*für die Entdeckung der beschleunigten Expansion*“ ist vollständig neben der Sache.

Immerhin haben wir ein Wort für das Phänomen dahinter: "Dunkle Energie". Das "Dunkel" steht hier für "obskur" (was auf Lateinisch sowohl "dunkel" als auch "unverständlich" bedeutet) oder zu Deutsch "keine Ahnung". Denn eigentlich haben wir keinen blassen Schimmer, warum das Weltall beschleunigt expandiert.

Einen „Schimmer“ davon werden wir auch niemals haben können, da es eben nicht expandiert.

Wir haben die Relativitätstheorie und die Quantenphysik, die grandios scheitern. Es gibt außerdem noch eine Reihe anderer Ideen, von denen sich bisher keine verifizieren ließ.

Das Scheitern der Relativitätstheorie und der Quantenphysik ist eine sehr kühne Behauptung. Ob sich hier der Autor nicht ein wenig zu weit aus dem Fenster beugt? Oder hat er es satirisch gemeint? Wenn man die Behauptung beweisen könnte, wären manche Probleme gelöst, aber viele neue entstanden. Aber man kann nicht. Im Gegenteil. Jede Theorie muß zwingend bei Fehlinterpretationen wie den obigen scheitern. Dabei scheitert aber nicht die Theorie, sondern ihre Anwendung auf falsche Primärdaten. Die Richtigkeit der Relativitätstheorie ist durch viele Experimente nachgewiesen und hat

sich auch in der Praxis bestätigt. So könnte man zum Beispiel keine metergenauen Navigationssysteme betreiben, blieben ihre Erkenntnisse unberücksichtigt. Auch die Quantentheorie ist im Kern bestätigt. Verschiedentlich auftretende Diskrepanzen beruhen auf Fehldeutungen von Beobachtungsergebnissen. Zum Beispiel sind Aussagen wie „...beim Einsatz der Hiroshima-Bombe wurden 700 mg Masse in Energie **umgewandelt**...“ oder „...beim Aufeinandertreffen eines Teilchens und seines Antiteilchens **zerstrahlen** beide in Energie, ihre Masse **verschwindet**...“ völlig realitätswidrig. Hierzu auch

<http://hauptplatz.unipohl.de/Wissenschaft/MasseEnergieFehler1.htm> und <http://hauptplatz.unipohl.de/Wissenschaft/MasseEnergieUmwandlung.pdf>.

Bereits an dieser Stelle kann man die Ursachen solcher Mißdeutungen erkennen, die zu einer Krise der theoretischen Physik geführt haben, welche schon Max Planck benannt hatte.

Die Hauptursache besteht nach meiner Überzeugung im Fehlen einer präzisen Definition des Begriffs Materie. Der in den 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts noch allgemein anerkannte dialektisch-materialistische Materiebegriff wurde in den vergangenen Jahrzehnten bis zur Unkenntlichkeit demontiert und durch fehlerhafte Darstellungen ersetzt. Mir ist bei Diskussionen mit Mitarbeitern der Enzyklopädie Wikipedia sogar die Auffassung offeriert worden, „wir benötigen gar keinen Materiebegriff, wer genau sein will, benutzt andere Begriffe“. Das ist die wohl kurioseste Haltung dazu, die ich je gehört habe. Denn Physik ist schließlich die Wissenschaft von der Erforschung der Materie, ihrer Zustände und ihrer Bewegungen. Nicht überall wird so kraftstrotzend übertrieben, aber man kann heute an vielen Stellen lesen, Energie sei keine Materie, oder Masse sei eine Eigenschaft der Materie. Hingegen werden Kräfte als Materie angesehen und man unterstellt ihnen eine Bewegung. Selbst Raum und Zeit werden wie materielle Objekte behandelt, die man drehen, krümmen, stauchen oder ähnliches könne. Ausführlicher ist das Wesen des dialektisch-materialistischen Materiebegriffs hier nachlesbar:

<http://hauptplatz.unipohl.de/Wissenschaft/WesenMaterie.pdf>

Hohle Sterne

Nichts im Weltall steht still, alles ist in Bewegung und rotiert. Alle Planeten rotieren, und auch die Sonne tut es, einmal in rund 25 Tagen am Äquator, auf höheren Breiten langsamer. Das ist eher langsam für einen Stern ihrer Größe, viele sonnenähnliche Sterne rotieren in weniger als 10 Tagen. Drehimpuls ist eine Erhaltungsgröße, und wenn ein Stern von einem Millionen Kilometer durchmessenden Gasball zu einem nur ein bis drei Dutzend Kilometer durchmessenden Neutronenstern kollabiert, erhöht sich seine Rotations-Winkelgeschwindigkeit in dem Maße, in dem der Radius schrumpft, auf absurd hohe Werte von bis zu mehreren hundert Umdrehungen pro Sekunde – am Äquator rotieren sie dann mit einem veritablen Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit. Dementsprechend ist auch für die noch kleineren stellaren Schwarzen Löcher nichts anderes zu erwarten, als dass sie in so gut wie allen Fällen rasend schnell rotieren.

Das ist eine plausible und auch nachweisbare Darstellung. Insbesondere ist es richtig zu betonen, daß der Drehimpuls eine Erhaltungsgröße ist, wie auch Masse und Energie solche sind. Dies wird bedauerlicherweise an einigen Stellen noch immer in Abrede zu stellen versucht. Die Leugnung der Erhaltungssätze führt leider auch heute immer wieder dazu, daß besondere „Experten“ ein Perpetuum Mobile erfunden zu haben glauben.

Rotierende Schwarze Löcher werden mit anderen Gleichungen beschrieben als die hypothetischen nichtrotierenden. Roy Kerr fand diese Gleichungen erst 1963, während Karl Schwarzschild die nichtrotierenden Schwarzen Löcher schon 1916 beschreiben konnte. Während in der Schwarzschild-Lösung die Masse zu einem Punkt zusammenschrumpft, umgeben von einem kugelsymmetrischen Ereignishorizont, formt sie in der Kerr-Lösung einen Ring, der mit zunehmender Rotation von innen heraus wächst und im Grenzwert bis an den am Äquator abgeflachten Ereignishorizont heranreicht. Um den Ereignishorizont herum wird die Raumzeit mitgezogen und innerhalb einer als Ergosphäre bezeichneten Zone kann man sich dem mitgezogenen Werden nicht entziehen, weil man sich dazu mit mehr als Lichtgeschwindigkeit gegenüber dem lokal um das Schwarze Loch rotierenden Raum retrograd bewegen müsste, um aus der Sicht eines entfernten Beobachters auf der Stelle zu verharren. Mit zunehmender Entfernung nähert sich die Kerr-Lösung einer flachen, statischen Raumzeit an.

Alle die Theorien und Berechnungen bleiben spekulativ, weil es keine nicht rotierenden kosmischen Objekte gibt. Diese Erkenntnis ergibt sich aus dem oben gesagten, ist aber auch praktisch nicht widerlegbar. Und was eine flache oder auch statische Raumzeit sein könnte, kann sicher niemand sagen. Letztendlich setzen ja solche Gebilde die Körperlichkeit von Raum und Zeit voraus.

Genau daran nehmen die Autoren der eingangs erwähnten Arbeit Anstoß, denn das Universum expandiert. Die Kerr-Lösung sei nur für kosmologisch kurze Zeitintervalle mit dem FLRW-Universum kompatibel. Es sei noch niemandem in der vergangenen 100 Jahren gelungen, ein Modell für Schwarze Löcher zu finden, welches mit der Randbedingung einer FLRW-Metrik kompatibel sei.

Wir sollten die Bereitschaft haben, letzteres anzuerkennen, denn es wird wohl immer so bleiben.

:
:

Geteiltes Echo

Für den interessierten Laien mag dies alles sehr überzeugend klingen, aber was sagen die Fachleute dazu? Carl Sagan sagte, dass außergewöhnliche Behauptungen einer außergewöhnlichen Evidenz bedürfen. Man schmeißt die Erkenntnisse von 100 Jahren Kosmologie nicht mal eben in zwei Aufsätzen um.

Zunächst einmal ersetzen die Autorinnen und Autoren die Dunkle Energie nicht durch etwas Neues, sie verorten sie lediglich an anderen Stellen, was vielleicht die Diskrepanz zwischen der theoretisch ermittelten Vakuumenergiedichte und der aus der Raumexpansion erschlossenen vermindern könnte. Dann gibt es noch keinerlei Beleg für die Existenz von Gravasternen oder anderen GEODEs und es gibt auch keinerlei Theorie, wie sie entstehen oder wie die kollabierende Sternmaterie den Phasenübergang vom Quark-Gluonen-Plasma zum Dunkle-Energie-Vakuum bewerkstelligt.

Der bekannte Astrophysiker und Blogger [Ethan Siegel](#) zweifelt an der kosmologischen Kopplung der Schwarzen Löcher und sieht diese einfach im Rahmen einer normalen Evolution wachsen, etwa durch Verschmelzungen mit anderen Objekten oder bei der Kollision von Galaxien, bei der auch ihre Schwarzen Löcher binnen weniger hundert Millionen Jahre nach innen wandern und sich vereinigen. Die Autorinnen und Autoren würden sich selbst und jeden, der ihnen glaubt, zum Narren halten. Siegel argumentiert jedoch, ohne einen quantitativen Beleg zu liefern. Auf die im Verhältnis nicht mitwachsenden Galaxien geht er nicht ein.

Dem Magazin Science gegenüber [äußert sich der theoretische Physiker Robert Wald](#) von der Universität Chicago, dessen Spezialgebiet die Allgemeine Relativitätstheorie ist, skeptisch. Er glaubt nicht, dass ein Klumpen Dunkler Energie stabil zusammenhalten würde und weist darauf hin, dass Schwarze Löcher nur einen winzigen Anteil der Materie im Universum ausmache, während Dunkle Energie den Messungen nach rund 70 % seiner Masse bilde. Er sieht keine Möglichkeit, wie derartige Objekte einen signifikanten Anteil an der beobachteten Dunklen Energie liefern könnten. Der Kosmologe Geraint Lewis von der Universität Sidney findet die Idee zwar interessant, fordert jedoch weitaus mehr Belege, dafür, dass sie eine auch nur im Entferntesten plausible Quelle für die Dunkle Energie sein soll.

Serge Parnovsky vom Observatorium Kiew und dem Institut für theoretische Physik der Universität Genf weist in seinem auf Arxiv veröffentlichten Aufsatz "[Can black holes be a source of Dark Energy?](#)" darauf hin, dass innerhalb der putativen Gravasterne ja durchaus ein negativer Druck herrschen mag, der eine abstoßende Gravitation verursacht, die den Stern vor dem Kollaps schützt – aber doch bitte nicht außerhalb, wo ein solcher negativer Druck nicht gegeben ist! Er kritisiert, dass Farrah, Petty, Croker et al. nicht erläutern, auf welche Weise solche Objekte das Weltall insgesamt zur beschleunigten Expansion motivieren sollten. Außerdem reiche ihre Masse bei weitem nicht aus, um diejenige der Dunklen Energie im Standardmodell der Kosmologie zu ersetzen. Auf die Arbeit von Weiner und Croker, in der dies angeblich gezeigt wird, geht er indes nicht ein – keine der hier zitierten Kritiker tut dies. Sie ist allerdings aufgrund der komplexen Mathematik selbst für Fachleute nur schwer nachvollziehbar und nur auf dem Preprint-Server Arxiv veröffentlicht. Ethan Siegel kommentiert: "Allgemeine Relativitätstheorie ist notorisch schwer zu handhaben, vor allem wenn das betrachtete System hinsichtlich dessen, was im Universum vor sich geht, kompliziert ist." Ende Februar 2023 veröffentlichte Carl Rodriguez von der Universität North Carolina at Chapel Hill [einen Aufsatz](#) auf dem Open Source Preprint-Server Arxiv, in dem er anhand zweier Binärsysteme bestehend aus einem Schwarzen Loch und einem gewöhnlichen Stern im Kugelsternhaufen NGC 3201 darlegt, dass diese Systeme inkompatibel mit Objekten sind, deren Massen an die Raumexpansion koppeln.

Die Kugelsternhaufen der Milchstraße entstanden zusammen mit unserer Galaxis vor rund 12 Milliarden Jahren und verbrauchten bei der Entstehung ihr gesamtes Gas, sodass nachfolgend keine neuen Sterne mehr entstehen konnten. Alle ihre Sterne sind daher gleich alt und gehören zu den ältesten Sternen der Milchstraße überhaupt. Findet man in einem Kugelsternhaufen ein Schwarzes Loch, so ist auch dieses höchstwahrscheinlich so alt, wie der Kugelsternhaufen selbst, denn Schwarze Löcher entstehen nur aus den massereichsten Sternen, die ihre Energie so freigiebig ins All abstrahlen, dass ihr Wasserstoffvorrat nur für ein paar dutzend Millionen Jahre reicht. Sie haben also die Entstehung der Kugelsternhaufen nicht lange überlebt. Unsere Sonne wird tausendmal so lange leuchten.

Schwarze Löcher in Kugelsternhaufen bleiben selbst unsichtbar, da sie kein Gas akkretieren können, verraten sich jedoch in Doppelsternsystemen mit leuchtenden Partnersternen dadurch, dass sie diese in eine Umlaufbahn zwingen. NGC 3201 ist mit 16.300 Lichtjahren Entfernung zu weit entfernt, als dass sich die Bahnbewegung direkt beobachten ließe, aber man sieht die Bewegung zum Beobachter hin und von ihm weg (radiale Komponente der Bewegung) als variierende Verschiebung der Spektrallinien des leuchtenden Sterns. Anhand der Umlaufzeit und der maximalen radialen Geschwindigkeit kann man auf den Radius der Umlaufbahn und somit auch auf die Masse des Schwarzen Lochs schließen; allerdings nur auf die Mindestmasse, weil unklar ist,

ob man das System von Kante sieht und der umlaufende Stern sich dementsprechend im Extremfall mit seiner vollen Bahngeschwindigkeit dem Beobachter nähert bzw. sich von ihm entfernt, oder sich das System eher in der Draufsicht präsentiert und damit nur ein kleiner Bruchteil der Bahnbewegung in radialer Richtung zum Beobachter erfolgt – dann wird das umkreiste Schwarze Loch sehr viel massereicher sein, als es den Anschein hat. Es könnte zum Beispiel so sein, dass das vermeintlich leichtere Schwarze Loch mit dem kleineren Hub in der Rotverschiebung des Begleitsterns in Wahrheit das schwerere von zweien ist, wir sein System jedoch aus Richtung der Polachse betrachten, während wir das vermeintlich leichtere von der Kante sehen.

Nimmt man eine zufällige Gleichverteilung der möglichen Bahnneigungen an, so zeigt Rodriguez, dass das (vermeintlich) schwerere der Schwarzen Löcher mindestens 7,5 Sonnenmassen hat, mit 10 % Wahrscheinlichkeit mehr als 20 und mit 1 % mehr als 50. Das leichtere hat mindestens 4,5 Sonnenmassen, mit 10 % Wahrscheinlichkeit mehr als 10 und mit 1 % mehr als 30. Kombiniert man beide Fälle, so ist die Wahrscheinlichkeit 1 %, dass beide Sterne je mindestens 12 Sonnenmassen haben, 0,01 %, dass beide über 40 Sonnenmassen liegen und nur 0,003 %, dass beide je mindestens 50 Sonnenmassen haben.

Für NGC 3201 wurde in der Literatur ein Alter von $11,5 \pm 0,5$ Milliarden Jahren angegeben, was einer Rotverschiebung von $z=2,8$ entspricht (das Licht von Galaxien, die wir bei einer Rotverschiebung von 2,8 sehen, machte sich vor 11,5 Milliarden Jahren auf den Weg zu uns). Der Skalenfaktor a lag damals also bei $1/3,8$, das Weltall ist seither um den Faktor 3,8 in jeder Raumrichtung gewachsen und um den Faktor $3,8^3 \approx 55$ im Volumen. Nach der Theorie der an die Expansion koppelnden Masse Schwarzer Löcher müssten also die Massen der beiden Schwarzen Löcher bei ihrer Entstehung 55-mal kleiner gewesen sein. Wir wissen, dass Objekte von der Masse von 2,2 Sonnen noch Neutronensterne sein müssen, weil wir solche gefunden haben, folglich kann auch das leichtere Schwarze Loch nicht mit weniger Masse gestartet sein und müsste also heute über 120 Sonnenmassen haben. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass beide Schwarze Löcher jeweils über 120 Sonnenmassen haben, liegt nur bei 1 zu einer Million. Selbst wenn man mögliche Messfehler bei der Massen- und Altersbestimmung der Objekte mit hinzunimmt, so beträgt die Wahrscheinlichkeit mit 99 % Konfidenz nur 0,01 %, dass die Objekte beide mit einer Geburtsmasse von mindestens 2,2 Sonnenmassen entstanden sind und uns die heute gemessenen Mindestmassen zeigen, wenn sie mit a^3 gewachsen sein sollen. Ein dritter Kandidat für ein Schwarzes Loch in dem Kugelsternhaufen (der jedoch nicht sicher ist), würde die Wahrscheinlichkeit noch einmal um den Faktor 10 verringern. Daher hält Rodriguez die bestimmten Mindestmassen für nicht vereinbar mit der Theorie von Farrah, Petty, Croker et al., dass Schwarze Löcher mit der Raumexpansion gekoppelt wachsen. Und damit kämen sie auch nicht als Quelle der Dunklen Energie infrage.

Ich gebe alle diese vorausstehenden Meinungen und Darstellungen unter der Zwischenüberschrift *Geteiltes Echo* unkommentiert wieder. Alles dazu Notwendige ist weiter oben gesagt, so daß der Leser sich ihnen im Einklang mit seiner eigenen Auffassung anschließen kann, oder sie verwerfen wird. Es kommt mir nicht zu, festzulegen, was ein Leser glauben soll. Ich habe aber herauszuarbeiten versucht, daß einige der heute allgemein üblichen Ansichten, die in der Branche fest sanktioniert sind, begründeten Argwohn hervorrufen. Ich habe des weiteren versucht, plausible, logisch und mathematisch verständliche Erklärungen für meine vom Standardmodell abweichenden Auffassungen zu geben.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass die Argumentation und die Daten von Farrah, Perry, Croker und den übrigen an den Arbeiten Beteiligten zwar auf den ersten Blick stichhaltig zu sein scheint, sie sich jedoch bei näherer Betrachtung in Widersprüche verwickelt und nicht überzeugend begründet wird. Ethan Siegel schreibt, es könne ja durchaus sein, dass das Autorenteam richtig liege und diese Spur solle durchaus weiterverfolgt werden, aber er würde auf jeden Fall dagegen wetten, dass dies eine Erklärung der Dunklen Energie sei. "Diese Kolumne heißt 'fragt Ethan', und einige von euch haben mich gefragt, was ich davon halte, also will ich es euch sagen: So etwas nenne ich einen 'Kniff': Es ist ein außerordentlich unwahrscheinliches Szenario, aber schaut euch diese Behauptung an, die sie trotzdem aufstellen, und wenn sie niemand zur Rede stellt, kommen sie vielleicht damit durch."

Ich danke dem Autor hier ganz herzlich, daß er sich so klar und eindeutig ausgedrückt hat.

Nachbemerkung:

Albert Einstein sagte dereinst sehr treffend:

„Zwei Dinge sind zu unserer Arbeit nötig: Unermüdliche Ausdauer und die Bereitschaft, etwas, in das man viel Zeit und Arbeit gesteckt hat, wieder wegzuwerfen.“

Oder, wie er mit seinem etwas sarkastischen Humor anfügte:

„Zwei Dinge sind unendlich, das Universum und die menschliche Dummheit, aber bei dem Universum bin ich mir noch nicht ganz sicher.“