

eher unter den Kugelspinnen (Theridiidae) als unter den Radnetzspinnen (Araneidae), ohne sich allerdings begründet festzulegen.

Für Spinnen liegen weitere aussagekräftige fossile Befunde vor. So hat SELDEN (1989) Radnetzspinnen aus der Unterkreide aus der Sierra de Montsech (Lérida, Nordost-Spanien) beschrieben und SHEAR et al. (1989) berichten über eine fossile Spinndrüse aus dem Mittleren Devon aus der Nähe von Gilboa, New York. Durch morphologische Vergleiche vermuten sie eine Verwandtschaft der Besitzerin dieser Spinndrüse mit heutigen Gliederspinnen (Mesothelae).

Damit liegen weitere Hinweise dafür vor, daß im Fossilbefund Strukturmerkmale heutiger Lebewesen plötzlich fertig auftauchen; und zwar ohne daß irgendwelche weniger komplexe Vorläuferkonstruktionen bekannt wären oder die Strukturen sich im Verlauf der Erdgeschichte grundlegend geändert hätten.

[SCHLEE D & DIETRICH HG (1970) Insektenführender Bernstein aus der Unterkreide des Libanon. Neues Jb. Geol. Paläontol. Mh. 1, 40-50; SELDER PA (1989) Orb-web weaving spiders in the early Cretaceous. Nature 340, 711-713; SHEAR WA, PALMER JM, CODDINGTON JA, BONAMO PM (1989) A Devonian spinneret: early evidence of spiders and silk use. Science 246, 479-481; ZSCHOKKE S (2003) Spider-web silk from the early Cretaceous. Nature 424, 636-637.] HB

Sehr heiße Jupiter

Vor 1995 war unser Sonnensystem das einzige bekannte Beispiel eines Systems, in dem Planeten um einen Stern kreisen. Das führte zur Überzeugung, daß sonstige (bis dahin noch hypothetische) Sonnensysteme im Wesentlichen die Eigenschaften unserer eigenen haben würden – innen kleine, felsige Planeten und außen Gasriesen. Die Entdeckung von inzwischen über 100 sogenannten Exoplaneten hat dieses Bild schwer getroffen. Es wurden viele Beispiele bekannt, die völlig aus diesem erwarteten Schema fielen: Gasriesen von der Größe von Jupiter umkreisten den Stern in einem Umlaufradius, der zehnmal kleiner war als der Umlaufradius unserer Erde. Diese Planeten erhielten den Namen „heiße Jupiter“. Nun wurden mit Hilfe der *Transit-Methode* (Abdunkeln des Sterns beim Durchgang eines Planeten) drei weitere Planeten gefunden, die den bisherigen Rekord bezüglich Umlaufzeit noch brechen und sich darum noch näher beim zentralen Stern befinden müssen, als man das von den anderen Beispielen kannte. Sie erhielten den Namen „sehr heiße Jupiter“. BASRI (2004) schreibt: „Es ist weder klar, wie diese Planeten so nah zu ihren Sternen kommen konnten, noch wie lange sie dort bleiben konnten [...] Wir sind mit einem interessanten Rätsel zurückgelassen, welches für eine Lösung mehr Beobachtungen und Analyse erfordert. Entweder wurde eine neue, tückische Art von Falschsignalen für Transit-

Untersuchungen entdeckt oder unsere Planetensystemtheorien müssen weiter ausgebaut werden.“ [BASRI G (2004) Too close for comfort. Nature 430, 24-25.] CK

Massive Galaxien im frühen Universum

Das Licht, das uns heute von weit entfernten Galaxien im Universum erreicht, zeigt, wie diese waren, als das heute beobachtete Licht von ihnen ausging. Aus diesem Grund müßten sehr weit entfernte Galaxien „jung“ erscheinen, weil wir das Universum zu einer Zeit beobachten, als es noch viel weniger weit entwickelt war. Diese Sichtweise von einem früher noch unentwickelten Universum wurde jedoch durch zwei neuere Studien herausgefordert: Dabei wurden „alt“ erscheinende, massive Galaxien in weit größerer Distanz beobachtet als die bisherigen Rekordhalter. Das paßt nicht in die aktuellen Theorien der Struktur- und Galaxienbildung im frühen Universum. WIRTH (2004) kommentiert: „Mit der soliden Bestätigung, daß es bereits vor 10 Milliarden Jahren viele alte, massive Galaxien gab, wird klar, daß auch die besten Modelle die Evolution der Galaxien nicht vollständig erklären können. Diese Studien nötigen die Astronomen, zu erwägen, ob massive Galaxien bereits viel früher als durch die hierarchischen Modelle vorausgesagt entstanden, oder ob die Sterne in diesen frühesten Galaxien auf eine völlig andere Weise als erwartet geformt wurden.“

[WIRTH GD (2004) Old before their time. Nature 430, 149-150.] CK

Hat die Erde eine ungewöhnlich ruhige Umgebung?

Nach der allgemein anerkannten Ansicht ist unsere Sonne im Abstand von etwa 35-50 AE (Astronomische Einheit, Abstand der Erde zur Sonne) vom sog. Kuiper-Gürtel umgeben, der Staub und größere Objekte wie Kometen enthält. Die Gesamtmasse der Kometen, die bis 50 km Durchmesser haben können, wird auf etwa 0,1 Erdmassen geschätzt. Die Gesamtmasse der Staubteilchen ist klein, aber unsicher. Schätzungen belaufen sich auf Größenordnungen von einem Hunderttausendstel der Erdmasse.

Diese Konstellation wurde nun durch die Untersuchung des Sterns τ -Ceti als wahrscheinlich untypisch entlarvt. τ -Ceti ist ein sonnenähnlicher Stern in etwa 12 Lichtjahren Entfernung, dessen Alter auf etwa 10 Milliarden Jahren geschätzt wird. Es ist nun gelungen, um diesen Stern eine Staubschicht zu beobachten in etwa derselben räumlichen Ausdehnung wie der Kuiper-Gürtel unserer Sonne, allerdings mit dem Unterschied, daß die Staubmasse insgesamt über 10 mal höher ist als in unserem Sonnensystem. Da Staub, der nicht in Plane-

ten integriert ist, durch Strahlungsdrücke und andere Kräfte relativ leicht entfernt wird, muß er vor nicht langer Zeit neu gebildet worden sein. Die Bildung wird durch Kollisionen großer Kometen angenommen. Die hohe Staubmasse um τ -Ceti legt nun eine Masse von Kometen nahe, die etwa 1,2 Erdmassen entspricht und somit viel höher ist als die Kometenmasse unseres Kuiper-Gürtels.

Die Ergebnisse von τ -Ceti passen zudem zu den Beobachtungen eines weiteren erdähnlichen Sterns unserer Umgebung – ϵ -Eri – der aber viel jünger geschätzt wird und etwa 20mal mehr Staub als τ -Ceti aufweist. Die Menge des Staubes unseres Sonnensystems fällt damit deutlich unter die Erwartung aufgrund der beiden anderen Sterne. Dies legt im Rahmen der herkömmlichen Theorien eine spezielle Geschichte unseres Sonnensystems nahe, über die nur spekuliert werden kann. Bedeutender ist aber, daß die geringe Menge an Kometen in unserem Sonnensystem für eine ruhige Umgebung unserer Erde sorgt, während mögliche

Planeten um τ -Ceti einem deutlich höheren Bombardement großer Objekte ausgesetzt sind. In einer Pressemitteilung äußerte sich Projektleiterin Jane GREAVES zu diesem Aspekt: „ τ -Ceti hat mehr als die zehnfache Menge von Kometen und Asteroiden als unser Sonnensystem. Wir wissen noch nicht, ob τ -Ceti von irgendwelchen Planeten umkreist wird, aber wenn es der Fall ist, dann werden diese wahrscheinlich ein konstantes Bombardement von Asteroiden desselben Typs erleben, der für das Aussterben der Dinosaurier angenommen wird. Es ist unwahrscheinlich, daß bei so vielen Einschlägen das Leben die Möglichkeit hatte, sich zu entwickeln.“ Würden sich die bisherigen Beobachtungen der Umgebung der beiden Sterne auch bei weiteren Untersuchungen bestätigen, leben wir offensichtlich in einer ungewöhnlich ruhigen Umgebung – ideal für einen bewohnbaren Planeten.

[GREAVES JS, WYATT MC, HOLLAND WS & DENT WRF (2004) The debris disc around τ Ceti: a massive analogue to the Kuiper Belt. MNRAS 351, 54-58. Pressemitteilung auf <http://www.spaceflightnow.com/news/n0407/05tauceti/>] CK

Offener Brief an die scientific community

Die Urknalltheorie beruht auf einer wachsenden Anzahl hypothetischer Größen, also Dingen, die nie beobachtet wurden – Inflation, dunkle Materie und dunkle Energie sind die prominentesten Beispiele. Ohne diese gäbe es einen schwerwiegenden Widerspruch zwischen den Beobachtungen der Astronomen und den Vorhersagen der Urknalltheorie. In keinem anderen Gebiet der Physik würde diese andauernde Bezugnahme auf hypothetische Objekte akzeptiert, um die Kluft zwischen Theorie und Beobachtungen zu überbrücken. Man würde zumindest die Gültigkeit der zugrundeliegenden Theorie ernsthaft in Frage stellen.

Doch die Urknalltheorie kann nicht ohne diese zurechtgebogenen Faktoren überleben. Ohne das hypothetische Inflationsfeld kann die Urknalltheorie die gleichmäßig verteilte Mikrowellen-Hintergrundstrahlung, die wir beobachten, nicht vorausagen. Es gäbe dann für Teile des Universums, die heute mehr als einige Grade am Himmel voneinander entfernt sind, keine Möglichkeit, zur selben Temperatur zu gelangen und dadurch dieselbe Menge an Mikrowellenstrahlung auszusenden.

Ohne eine Art dunkler Materie, die irgendetwas anderes ist, als das, was wir auf der Erde trotz 20 Jahren experimenteller Forschung beobachtet haben, würde die Urknalltheorie bezüglich der Dichte der Materie im Universum widersprechende Voraussagen machen. Die Inflation verlangt eine 20 Mal größere Dichte als diejenige, die durch

die Urknall-Kernsynthese entstehen konnte, d.h. durch die Theorie, die die Entstehung der leichten Elemente erklärt. Und ohne die dunkle Energie sagt die Theorie voraus, daß das Universum nur etwa acht Milliarden Jahre alt sei, was um Milliarden Jahre jünger ist als das Alter vieler Sterne in unserer Galaxie.

Darüber hinaus kann sich die Urknalltheorie keiner quantitativen Voraussagen rühmen, die anschließend durch Beobachtungen bestätigt wurden. Der Erfolg, auf den die Befürworter der Theorie verweisen, besteht in ihrer Fähigkeit, durch eine zunehmende Anzahl anpaßbarer Parameter im Nachhinein einen Einklang mit den Beobachtungen herstellen zu können, genauso wie die erdzentrierte Kosmologie des Ptolemäus Schicht auf Schicht von Epizyklen benötigte.

Die Urknalltheorie ist jedoch nicht der einzige verfügbare Rahmen für das Verständnis der Geschichte des Universums. Sowohl die Plasma-Kosmologie als auch das Steady-State-Modell arbeiten mit der Hypothese eines sich entwickelnden Universums, das weder Anfang noch Ende hat. Diese und andere Alternativen können die grundlegenden Phänomene des Kosmos erklären, einschließlich der Häufigkeit der leichten Elemente, der Entstehung von großräumigen Strukturen, der kosmischen Hintergrundstrahlung, und der Zunahme der Rotverschiebung mit der Distanz weit entfernter Galaxien. Sie haben sogar neue