

AKE 1 Ursprung unserer Energie

Zeit: Dienstag 10:15–10:45

Raum: TU FT131

Hauptvortrag

AKE 1.1 Di 10:15 TU FT131

Kosmologischer Ursprung der für irdische Zwecke nutzbaren Energie — •ECKHARD REBHAN — Institut für Theoretische Physik, Universität Düsseldorf, D-40225 Düsseldorf

Für die Expansion des Universums spielen drei Sorten von Energie eine Rolle: 1. Energie der Strahlung und Materie (inklusive dunkler Materie), 2. die für das Abbremsen der kosmischen Expansion verantwortliche Gravitationsenergie, und 3. sogenannte dunkle Energie. Die von der Menschheit genutzten Energiequellen sind alle auf die unter 1. aufgeführten Energien zurückzuführen. Bei der unter 2. genannten Gravitationsenergie handelt es sich um negative Feldenergie. Sie und die dunkle Energie sind nicht für irdische Zwecke nutzbar. Nur in der – bis heute andauernden – materiedominierten Ära der kosmologischen Evolution wird – bei Vernachlässigung der Strahlung – die Energie der Materie für sich erhalten. In den frühen Phasen des Universums dagegen gilt Energieerhaltung nur für die Summe der drei angeführten Energien, und nach den Einsteinschen Feldgleichungen bzw. deren Spezialisierung auf unser Universum (Friedmann-Lemaitre-Gleichung) ist diese Summe gleich null. Bei reinen Urknall-Modellen des Universums wird die Energie der Strahlung und Materie in der strahlungsdominierten Frühphase des Universums umso größer, je weiter man in der Zeit zurückgeht, um schließlich im Urknall zu divergieren. Gleichzeitig geht die Gravitationsenergie, die wegen des Verschwindens der Gesamtenergie dem Betrage nach gleich der Strahlungsenergie sein muß, gegen minus unendlich.

In der modernen Kosmologie werden Urknallsingularitäten und damit auch die eben angeführte Singularität der Strahlungsenergie dadurch vermieden, daß einem Beinahe-Urknall (Zustand wie der einer Urknalllösung kurz nach dem Urknall) eine Phase explosiver Expansion, eine sogenannte Inflation, vorausgeht. Diese wurde durch dunkle Energie sehr hoher, aber endlicher Konzentration angetrieben. Zu Beginn der Inflation war die Gesamtmenge an dunkler Energie wegen der mikroskopischen Kleinheit des Universums verschwindend klein, nahm jedoch aufgrund der schnellen Expansion trotz Abnahme der Konzentration sehr schnell zu. Wegen der Erhaltung der Gesamtenergie mußte das durch eine gleich schnelle Zunahme des Betrags der Gravitationsenergie kompensiert werden. Die Phase der Inflation wurde dadurch beendet, daß die dunkle Energie in einer Art Phasenübergang durch Zerfall in Energie von Strahlung und Materie überführt wurde. Die riesige Menge der heute in Strahlung und Materie des Universums enthaltenen und für irdische Zwecke nutzbaren Energie stammt also letzten Endes aus dunkler Energie. Da deren Gesamtmenge anfänglich verschwindend klein war, kann man sagen, daß die für uns nutzbare Energie buchstäblich aus dem Nichts kam.