

## Fachsitzungen

– Haupt- und Kurzvorträge –

### 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-Lemaître-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.

### AKE 2 Kohle und Kernenergie

Zeit: Dienstag 10:45–12:15

Raum: TU FT131

#### Hauptvortrag

AKE 2.1 Di 10:45 TU FT131

**Stromerzeugung ohne CO<sub>2</sub>-Ausstoss in die Erdatmosphäre** — ●AXEL KRANZMANN — Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, D-12205 Berlin

In Deutschland betrug im Jahr 2002 das Gesamtstromaufkommen 588 Mrd. kWh. Davon wurden 45 Mrd. kWh oder 7,65% durch größtenteils regenerative Primärenergien wie Wasserkraft (23,9 kWh), Wind (16,8 kWh), Biomasse und Müll (4,2 kWh) sowie Photovoltaik (0,1 kWh) erzeugt. Die eingesetzten kohlenstoffhaltigen Primärenergieträger waren zu 27,4% Braunkohle, zu 23,2% Steinkohle und zu 9,3% Erdgas. Die Umwandlung dieser Primärenergieträger zu Strom bedeutet die Erzeugung von Kohlendioxid (366 Mio. t in 2001 von insgesamt 873 Mio. t). Ohne kohlenstoffhaltige Primärenergieträger ist die Versorgung mit Elektrizität auch in den nächsten 50 Jahren wahrscheinlich nicht möglich. Da CO<sub>2</sub> gemäß den Modellen der Klimaforschung das Klima nachhaltig beeinflussen könnte, konzentrieren sich weltweit F&E-Programme zur Entwicklung der Energieerzeugungstechnologie auf die Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstosses von Kraftwerksanlagen. Da Kraftwerke große und lokalisierte CO<sub>2</sub>-Quellen sind, liegt es nahe, nicht vermeidbares CO<sub>2</sub> nicht in die Atmosphäre zu entlassen, sondern abzuscheiden und in Speichern zu lagern. Diese Ziele werden zum Beispiel in den Energieprogrammen der USA, im Vereinigten Königreich, Deutschland und Norwegen verfolgt. In Deutschland wurde dazu das COORETEC-Programm entworfen. Mögliche technologische Schritte sollen vorgestellt und einige offene technisch-wissenschaftliche Fragen diskutiert werden. Dazu gehören neue Hochtemperaturwerkstoffe, welche die Steigerung des Umwandlungswirkungsgrades in Turbomaschinen ermöglichen, oder Lufttrenntechnologien, welche „Oxyfuelprozesse“ kommerziell nutzbar machen.

#### Hauptvortrag

AKE 2.2 Di 11:30 TU FT131

**Neue Kernreaktoren der Generation IV** — ●JOACHIM U. KNEBEL — Forschungszentrum Karlsruhe, Programm Nukleare Sicherheitsforschung (NUKLEAR), D-76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Generation IV ist ein Rahmenprogramm für eine internationale Forschungsinitiative zur Entwicklung der künftigen, vierten Generation von Kernreaktoren zur kommerziellen Stromerzeugung mit vier wesentlichen Zielen: Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Sicherheit und Zuverlässigkeit sowie Proliferationsbarrieren und physikalischer Selbstschutz.

Generation IV wurde ursprünglich von 10 Nationen vereinbart: Argentinien, Brasilien, Kanada, Frankreich, Japan, Südkorea, Südafrika, Schweiz, das Vereinigte Königreich und den USA. Innerhalb der nächsten 15 bis 20 Jahre sollen innovative Kernreaktoren entwickelt werden, um damit die wichtigsten Fragen des öffentlichen Interesses zu beantworten: Bereitstellung von Reaktoren mit erhöhten Sicherheitsmerkmalen, Minimierung des produzierten Abfalls, Erhöhung der Widerstandsfähigkeit gegen die Proliferation von Spaltmaterial und Steigerung der Wirtschaftlichkeit. Unter der Federführung des Department of Energy der USA entstand in 2002 ein Forschungs- und Entwicklungsprogramm, das in einer „Technology Roadmap“ [1] zusammengefasst wurde. Im Juli 2003 trat EURATOM dem Generation IV International Forum bei.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die Hintergründe, Ziele, Organisation und Inhalte dieser internationalen Forschungsinitiative. Speziell wird auf die in einem umfangreichen Evaluationsverfahren ausgewählten sechs Reaktorkonzepte eingegangen:

- Gasgekühlte schnelle Reaktorsysteme,
- Bleigekühlte schnelle Reaktorsysteme,
- Salzschnmelze Reaktorsysteme,
- Natriumgekühlte Reaktorsysteme,
- Wassergekühlte Reaktorsysteme mit überkritischen Dampfzuständen,
- Gasgekühlte Höchsttemperatur-Reaktorsysteme.

[1] A Technology Roadmap for Generation IV Nuclear Energy Systems, issued by the US DOE Nuclear Energy Research Advisory Committee and the Generation IV International Forum, Dec. 2002, <http://gif.inel.gov/roadmap>