

Hintergrundinformationen

Blick auf den aktuellen Stand der SMR-Entwicklung

Derzeit gibt es weltweit über 70 Projekte für den Bau von kleinen, modularen Reaktoren (Small Modular Reactors, SMR). Angesichts des hohen Interesses zahlreicher Mitgliedsländer hat die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) erneut ihr Booklet über den aktuellen Stand der SMR-Entwicklung publiziert.

Das jüngste Booklet trägt den Titel «Advances in Small Modular Reactor Technology Developments – 2020 Edition». Die Publikation versteht sich als Ergänzung zum «Advanced Reactors Information System» (ARIS) der IAEO (Zugriff über <https://aris.iaea.org/>). Ziel ist, den Mitgliedstaaten einen kurz gefassten Überblick über den aktuellen Status der weltweiten SMR-Entwicklung zu geben. Erstmals werden dabei auch Angaben zu den jeweils zugehörigen Brennstoffzyklen und zur Entsorgung der radioaktiven Abfälle gemacht.

Vielseitig einsetzbar

Als SMR gelten alle Reaktorsysteme mit einer elektrischen Leistung von maximal 300 MW_e. Derzeit gibt es Projekte für alle wichtigen Reaktortechnologien. Zusätzlich hat sich in jüngster Zeit eine Untergruppe der SMR stark entwickelt: die sogenannten Mikroreaktoren mit elektrischer Leistung von bis zu 10 MW_e. Viele der Projekte zielen auf Märkte mit wenig ausgebauten Übertragungsnetzen, auf Märkte mit Bedarf für flexible Stromproduktion (auch in Kombination mit erneuerbaren Energien) oder dienen als Ersatz für veraltete Kohlekraftwerke sowie für den Einsatz auf Inseln oder abgesehenen Regionen ohne Stromnetz.

Laut IAEO bearbeitet die Industrie derzeit noch diverse Themen wie die menschlichen Faktoren in Kontrollräumen von Anlagen mit mehreren Modulen, die Definition der Quellterme von multimodalen Anlagen (zur Bestimmung der Planungszonen für den Notfallschutz, das Entwickeln von neuen Codes und Standards sowie Aspekte des Lastfolgebetriebs). Schliesslich müssen die SMR ihre Wirtschaftlichkeit noch nachweisen.

Gruppierung nach Reaktortechnologie

In der jüngsten Ausgabe des Booklets gliedert die IAEO die Vielzahl der Projekte in sechs Gruppen:

1) Landgestützte wassergekühlte Reaktoren: Darunter fallen zahlreiche Varianten von Leicht- und Schwerverwasserreaktoren, die auf den heute existierenden,

technisch ausgereiften Technologien aufbauen. Mit 25 Projekten in zwölf Ländern bilden sie die grösste Gruppe in der Zusammenstellung der IAEO. Unter den am weitesten entwickelten Systemen (siehe Karte) finden sich zwei, die bereits in Bau stehen: die Druckwasserreaktoren CAREM in Argentinien und der ACP100 («Linglong One») in China, mit dessen Bau Mitte Juli 2021 begonnen wurde. Bereits zertifiziert ist der Druckwasserreaktor SMART aus Südkorea, während sich in den USA zwei Systeme derzeit in Prüfung befinden: der Druckwasserreaktor von NuScale und der Siedewasserreaktor BWRX-300 von General Electric / Hitachi, der auf dem in den USA bereits zertifizierten ESBWR (Economic Simplified Boiling Water Reactor, 1520 MW_e) beruht.

2) Marine wassergekühlte Reaktoren: Diese Gruppe umfasst Systeme, die auf schwimmenden Plattformen oder unter Wasser zum Einsatz kommen. Dazu gehören die seit Mai 2020 in Ostsibirien in Betrieb stehenden beiden Druckwasserreaktoren KLT-40 auf der Schwimmplattform «Akademik Lomonosov» sowie der VBER-300 vom gleichen russischen Hersteller, der derzeit in der Zertifizierungsphase steht.

3) Gasgekühlte Hochtemperaturreaktoren (HTGR): Sie liefern Heissdampf von über 750°C für Wärme-Kraft-Koppelung und verschiedenste industrielle Anwendungen. Im Booklet werden elf solche Reaktoren beschrieben, darunter die beiden in einem fortgeschrittenen Baustadium befindlichen Zwillings-Demonstrationseinheiten des Kugelhaufenreaktors HTR-PM in China sowie die beiden Versuchsreaktoren HTR-10 in China und HTTR-30 in Japan, die seit über 20 Jahren in Betrieb stehen.

4) Reaktoren mit Schnellem Neutronenspektrum: Beschrieben sind elf Reaktortypen mit unterschiedlichen Kühlmitteln, darunter Natrium, Blei, Blei-Wismut und Heliumgas. Am weitesten fortgeschritten ist der blei-gekühlte Demonstrationsreaktor BREST-OD-300, mit

dessen Bau im Juni 2021 in Sewersk in Russland begonnen worden ist.

5) Salzschnmelze-Reaktoren (MSR): Sie bieten eine Reihe von Vorteilen bezüglich inhärenter Sicherheit, fast drucklosem Ein-Phasen-Kühlkreislauf und einem flexiblen Brennstoffkreislauf. Mehrere MSR-Designs befinden sich derzeit in Grossbritannien, Kanada und den USA in der Vor-Zertifizierung.

6) Mikroreaktoren: Erstmals enthält das Booklet einen eigenen Abschnitt zu Reaktoren mit Leistungen bis 10 MWe, die derzeit einen bisher nie dagewesenen Entwicklungsschub erleben. Sie basieren auf unterschiedlichsten Technologien, darunter HTGR und Aus-

legungen, die Wärmeröhre für den Wärmetransport verwenden. Beschrieben werden sechs Systeme, darunter der gasgekühlte Hochtemperaturreaktor Micro Modular Reactor (MMR) der amerikanischen Ultra Safe Nuclear Corporation (USNC), die im kanadischen Chalk River Laboratory eine Einheit bauen will. Mikroreaktoren sollen künftig in Nischenmärkten Anwendung finden wie Fernwärmenetzen in abgelegenen Regionen oder in Anlagen der Bergbau- und Fischereiindustrie, die bisher mit Dieselaggregaten versorgt worden sind.

Auffällig ist, dass es derzeit in Europa keine SMR in fortgeschrittenen Entwicklungsstadien gibt. (M.S.)

