

Die Bedeutung von SMR für die Energieversorgung weltweit und für Deutschland

Manfred Schroeder

6. Juni 2025

SMR weltweit

Die International Energy Association (IEA) stellt im Hinblick auf die Kernenergie fest (1):

Weltweit ist die Kernenergie nach der Wasserkraft die zweitwichtigste emissionsarme Energiequelle für saubere und sichere Stromerzeugung. Im Jahr 2025 wird die Kernenergie mehr Strom produzieren als je zuvor.

Gleichzeitig verändern Innovationen wie die Entwicklung kleiner modularer Reaktoren (SMR) die Landschaft der Nukleartechnologie, von denen die ersten voraussichtlich um 2030 den kommerziellen Betrieb aufnehmen werden.

Die positiven Entwicklungen für die Kernenergie kommen zur rechten Zeit, denn die Welt bewegt sich auf das Zeitalter der Elektrizität zu, in dem die weltweite Nachfrage nach Strom in den kommenden zehn Jahren sechsmal so schnell wachsen wird wie der Gesamtenergiebedarf, getrieben durch den Bedarf bei der Digitalisierung, der Mobilität etc.

Die Dynamik bei SMR nimmt eindeutig zu, aber der Erfolg von SMR wird davon abhängen, ob die Regierungen Innovationen und neue Geschäftsmodelle ermöglichen können und ob die Kosten schnell genug sinken. Wenn dies der Fall ist, besteht für SMRs ein Potential von 40 - 120 GW installierter Leistung bis 2050.

Nuklearprojekte sind traditionell schwer zu finanzieren, aufgrund ihres Umfangs, der Kapitalintensität, der langen Bauzeiten und der technischen Komplexität. Dank der Perspektiven von SMR könnten mehr und mehr Privatunternehmen die Finanzierung von SMR-Projekten übernehmen. Da die Investitionen von SMR im Bereich von 2 - 3 Mrd. € liegen (anders als bei Großkraftwerken bei > 10 Mrd. €), können die Anfangsinvestitionen bereits von mehreren privaten Investoren aufgebracht werden. Wenn es im Zug der Entwicklung darüber hinaus noch gelingt, die Kostensenkungspotentiale der Modulbauweise und der Skalierbarkeit auszuschöpfen, eröffnen sich nach einer relativ niedrigen Einstiegsschwelle, große Potentiale für eine Vielzahl von Anwendungen.

Dank der Perspektiven von SMR sehen immer mehr Teile des Privatsektors die Kernenergie als investierbar an. Große Technologieunternehmen, die Datenzentren bauen, können auch ihre hohe Kreditwürdigkeit nutzen, um die Finanzierung von SMR-Projekten zu erleichtern. Die Verringerung des Risikos von Kostenüberschreitungen und Verzögerungen ist ebenfalls begünstigend für Finanzierungen.

Weltweit sind aktuell über 80 SMR-Projekte in den verschiedensten Ländern und mit unterschiedlichen Technologien in Arbeit. Daran zeigt sich, dass der SMR-Technologie eine strategische Bedeutung für die Energieversorgung der einzelnen Länder, für die wettbewerbsentscheidenden Bereich der Digitalisierung und für weitere potentielle wichtige Anwendungsgebiete beigemessen wird.

Deutschland: Wiedereinstieg in die Kernenergie?

Deutschland hat sich aus der Kernenergie verabschiedet, zu einem Zeitpunkt, in dem aus Gründen der Klimaneutralität, der Wettbewerbsfähigkeit und der wachsenden Bedeutung der Stromversorgung die Kernenergie unverzichtbar wird.

Eine Wiedereinbetriebnahme abgeschalteter Reaktoren ist technisch anspruchsvoll. Möglicherweise ließe sich die Wiedereinbetriebnahme bei 6 der rückgebauten AKWs aber realisieren. Die Kosten für eine Wiedereinbetriebnahme wäre in Vergleich zu stellen mit den Einsparungen beim Ausbau der Erzeuger von Wind- und Solarstrom einschließlich der erforderlichen Infrastruktur und Back-up-Kraftwerke. Selbst wenn dieser Vergleich zugunsten einer Wiedereinbetriebnahme der abgeschalteten AKWs ausfiele, ist zu berücksichtigen, dass die ehemaligen Betreiber dieses nicht unterstützen. Es ist von einem langjährigen juristischen Streit auszugehen, der den notwendigen Ausbau von Backup-Kapazitäten auf Basis Erdgas bremsen könnte. Außerdem kann sich das gegenwärtige Wohlwollen von Teilen der Bevölkerung möglicherweise erneut verändern.

Der Bau von neuen Reaktoren des Typs EPR wie Hinkley Point (Großbritannien) und Olkiluoto (Finnland) der Leistungsklasse 2 - 3 GW erfordert Investitionen im Bereich größer 10 Mrd €. Bei der wechselvollen Historie der Kernenergie in Deutschland ist nicht zu erwarten, dass dafür Investoren gefunden werden können.

In einem Positionspapier des BMBF von 6/23 (3) bekennt sich die deutsche Bundesregierung zur Entwicklung der Kernfusion. Im Koalitionsvertrag von 4/2025 setzt sich die schwarz-rote Koalition sogar das Ziel, den weltweit ersten Fusionsreaktor in Deutschland zu bauen. Im Positionspapier wird ein Programm zur Entwicklung von Fusionsreaktoren vorgestellt, einschließlich der Implementierung der entsprechenden Infrastruktur und dem Bau von Reaktoren. Zwar scheint die Realisierung von Fusionsreaktoren noch mindestens zwei Jahrzehnte in der Zukunft zu liegen, bei

einer erfolgreichen Realisierung jedoch würde Deutschland über eine schier unerschöpfliche, klimaneutrale, grundlastfähige, sichere und importunabhängige Stromquelle verfügen. Darin liegt die immense strategische Bedeutung der Kernfusion.

Der Implementierung von SMR für Deutschland kann man eine vergleichbare strategische Bedeutung zumessen.

Vorteile von SMR für Deutschland

Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch bis 2030 auf 80 % zu steigern. GES hat in verschiedenen Analysen gezeigt (4), dass die Kernenergie und CCS hinsichtlich der Kosten, der technischen Machbarkeit, der Klimaneutralität und der Notwendigkeit einer Grundlastversorgung für die Zukunft unverzichtbar sind, erst recht angesichts des prognostizierten dramatisch steigenden Strombedarfs für Anwendungen wie IT, Mobilität und für Wärmepumpen.

Die SMR-Reaktoren können **Klimaneutralität und Grundlastfähigkeit garantieren**, wie es vor allem von dem strategisch wichtigen IT-Bereich gefordert wird. Die derzeit priorisierte hoch volatile Stromversorgung aus Wind und Solar ist auf eine teure Infrastruktur und einen hohen Anteil Importstrom und Backup-Kraftwerken angewiesen. SMR können diese komplexe Situation wesentlich entschärfen. SMR bieten wegen der Flexibilität bei den Aufstellungsorten wichtige Vorteile für die **Netzstabilisierung**.

Der Ausstieg aus der Kernenergie hierzulande hat in entscheidendem Maße mit den Bedenken hinsichtlich der **Sicherheit und der Endlagerungsproblematik** zu tun, obwohl die Kernenergie faktisch gleichauf mit der Wind- und Solarenergie zu den weltweit sichersten Technologien der Stromerzeugung auf Basis Tote pro TWh gehört. Das Konstruktionsprinzip von SMR verspricht dazu prinzipielle Vorteile der passiven Sicherheit und der Reduktion des radioaktiven Inventars, wie in den Kapiteln G und H in (2) erläutert wird. Ebenso wie die Transmutation bieten bestimmte SMR das Potential, das radioaktive Inventar von radioaktivem Abfall zu verringern und damit auch die Akzeptanz der Kernenergie zu verbessern.

SMR können darüber hinaus dabei helfen, die **Importabhängigkeit der Stromversorgung von den Nachbarländern zu verringern**. Diese Abhängigkeit wird bei zunehmender Volatilität der Stromerzeugung und bei zunehmendem Importbedarf größer. Auch helfen SMR, Marktpreisschwankungen zu reduzieren, da sie eine zuverlässig verfügbare Energiequelle darstellen.

Deutschland hat seitdem in 2011 eingeleiteten Ausstieg aus der Kernenergie das **Know-how und kompetente personelle Ressourcen im Nuklearbereich** in hohem Maße verloren. Wenn weltweit der Kernenergie eine herausragende Rolle für die Herausforderungen im Energiesektor vorausgesagt wird, bedeutet dies eine Schwächung unserer Wettbewerbsfähigkeit, eine Gefährdung der Zukunftschancen künftiger Generationen und eine Benachteiligung für Neuentwicklungen, die durch nukleare Technologien erst möglich werden. Es sei darauf hingewiesen, dass Deutschland für sein ehrgeiziges Programm zur erfolgreichen Realisierung der Kernfusion auf ein hohes Maß an Fachwissen im Nuklearbereich verfügen muss. Alle Länder, mit denen wir bei der Kernfusion im Wettbewerb stehen, stehen gleichzeitig an der Spitze im Bereich der konventionellen Kernenergie und schöpfen aus dem Kompetenz- und Ressourcenfundus der konventionellen Kernenergie.

Für Deutschland als Hochtechnologieland und als Land, das über Jahrzehnte die nachweislich sichersten Kernreaktoren der Welt betrieben hat, ist es überfällig, in den Kreis der nuklearen Gemeinschaft mit Gremien der Forschung und Entwicklung zurückzukehren. Damit kann Deutschland am internationalen Ideenaustausch partizipieren und gezielt auch internationale Partnersuche betreiben. Deutschland kann, mit seiner besonderen Sensibilisierung für die Sicherheit der Kerntechnik, auch einen Beitrag zur Verbesserung der Sicherheit von SMR leisten.

Der Einstieg Deutschlands hat vor allem aber auch strategische Bedeutung. Viele technologische Neuentwicklungen setzen eine klimaneutrale und unterbrechungsfreie Stromversorgung voraus (Beispiel: Stromversorgung für bestimmte Prozesse der Industrie mit SMR). Für Deutschland ist es wichtig, dabei nicht abgehängt zu werden und im internationalen Wettbewerb mithalten zu können.

Empfehlung

Welchen Weg auch immer die politischen Entscheidungsträger einschlagen, angesichts des erwarteten starken Wachstums der Kernenergie und der strategischen Bedeutung ist ein Wiedereinstieg für Deutschland sehr empfehlenswert, nicht nur auf Basis von Studien, sondern auch experimentell und mit der Perspektive der Implementierung. Dabei ist der Austausch mit der internationalen Fachwelt von entscheidender Bedeutung.

Deswegen ist die dezidierte Empfehlung, seitens der Bundesregierung – ähnlich wie für die Kernfusion (3) – Regelungen und Voraussetzungen zu schaffen, um die Potentiale von SMR (und Transmutation) untersuchen und implementieren zu können und sich am internationalen Gedankenaustausch und an internationalen Kooperationen beteiligen zu können.

(1) IEA „Der Weg in eine neue Ära der Kernenergie“ 10/2024

(2) Einführung: die Bedeutung von SMR für die Energieversorgung weltweit und speziell für Deutschland

(3) Positionspapier Fusionsforschung, Auf dem Weg zur Energieversorgung von morgen (BMBF,

6/23)